



Titre: Modéliser l'impact de la construction résidentielle sur la demande
Title: de déplacements

Auteur: Christine Thériberge-Barrette
Author:

Date: 2013

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Thériberge-Barrette, C. (2013). Modéliser l'impact de la construction résidentielle
Citation: sur la demande de déplacements [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de
Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1322/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1322/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Catherine Morency
Advisors:

Programme: Génie civil
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

MODÉLISER L'IMPACT DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENTIELLE SUR LA
DEMANDE DE DÉPLACEMENTS

CHRISTINE THÉBERGE-BARRETTE

DÉPARTEMENT DES GÉNIES CIVIL, GÉOLOGIQUE ET DES MINES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE CIVIL)
DÉCEMBRE 2013

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

MODÉLISER L'IMPACT DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENTIELLE SUR LA DEMANDE
DE DÉPLACEMENTS

présenté par : THÉBERGE-BARRETTE Christine

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. TRÉPANIÉ Martin, Ph.D., président

Mme MORENCY Catherine, Ph.D., membre et directrice de recherche

M. CAO Gang, M.Sc.A., membre

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les membres de la Chaire, sans qui mon expérience n'aurait pas été aussi agréable et enrichissante : Hubert, à qui j'ai posé tant de questions, Louiselle avec qui j'ai remis en question maintes fois la direction de mon mémoire sous forme de schéma, Pierre-Léo pour son merveilleux outil de codification, enfin Pegah et Catherine pour leur inconditionnel soutien moral. Merci évidemment à ma directrice Catherine Morency, pour son aide et sa grande vision de la planification des transports. C'est grâce à toi si j'ai appris tant de choses en si peu de temps.

Je remercie aussi mon copain, Frédéric qui a fait preuve d'une grande compréhension durant mon parcours. Cette maîtrise aura été une expérience très enrichissante autant au niveau académique, professionnel et personnel.

RÉSUMÉ

La construction résidentielle à Montréal comme dans n'importe quelle ville, amène des questions importantes en termes de planification du transport et d'analyse des impacts. L'outil présentement utilisé au Canada et aux États-Unis pour l'estimation des déplacements générés par un développement résidentiel, le *Trip Generation* de l'Institut des ingénieurs en transport (ITE) est mal adapté pour la région Métropolitaine. Le développement d'une meilleure méthode d'évaluation des déplacements générés devient urgent dans un contexte de développement résidentiel massif dans la grande région de Montréal.

Lors de la construction d'un projet résidentiel, certaines caractéristiques sont généralement connues tels le nombre de logements, le nombre de chambres et le prix demandé par logis. D'autres caractéristiques, habituellement utilisées pour prédire la mobilité des ménages, ne sont pas connues comme la taille, le nombre d'enfants et l'âge des personnes qui composeront le ménage habitant le logement.

Le présent mémoire a comme mandat de développer des méthodes de prédictions du nombre de déplacements générés en fonction des caractéristiques connues lors d'un développement résidentiel : les propriétés du logement. Les données disponibles pour développer les modèles sont les données des enquêtes Origine-Destination et des recensements. Un extrait du rôle foncier a aussi été obtenu, mais sa contribution en termes d'ajout de variables explicatives avait peu de potentiel.

Le seul moyen de faire un lien direct entre les déplacements des ménages et les caractéristiques du logement est de façon agrégée avec les données disponibles. Effectivement, l'enquête Origine-Destination ne comprenant pas de données portant sur le logement, les données agrégées du recensement deviennent alors la seule source d'information sur les caractéristiques des logements. Ces propriétés de logement sont par contre des moyennes au niveau d'une division spatiale.

La méthode de l'ITE consiste à générer un nombre de déplacements en fonction du type de construction et du nombre de logements, sans égard à l'emplacement du bâtiment. L'ajout de variables de voisinage qui caractérisent l'emplacement où se trouve le nouveau bâtiment ne peut qu'améliorer la méthode du *Trip Generation*. La génération de déplacements peut alors être faite au niveau de la zone en fonction des propriétés moyennes du logement et des caractéristiques du

voisinage. Cette méthode limite par contre la modélisation au niveau d'une zone, le nouveau bâtiment devenant la zone.

La génération de déplacements peut aussi être faite en deux étapes : la première étape consistant à répartir les ménages par taille selon les propriétés moyenne de logement et du voisinage et la deuxième étape étant la génération de déplacement en fonction de la taille du ménage et du voisinage. Quatre approches de génération de déplacements par taille de ménage ont été développées, deux qui sont agrégées au niveau de la zone, une qui est désagrégée au niveau du ménage et une qui considère les distributions fréquentielles de déplacements. La méthode utilisant les distributions fréquentielles de déplacements est celle pour qui les résidus sont le plus répartis uniformément pour toutes les tailles de ménage.

Un projet réel a aussi été testé par les différentes approches. Les résultats démontrent que la génération de déplacements par zone est problématique puisqu'elle semble sous-estimer considérablement les déplacements dans ce cas particulier. En effet, le nombre de déplacements généré par cette méthode est beaucoup faible qu'avec les autres approches et qu'avec le *Trip Generation*. Par contre, lors de la génération de déplacements par zone, mais par taille de ménages, le nombre de déplacements obtenus par cette approche est le plus élevé de quatre approches. La méthode de l'ITE demeure quand même celle pour qui le nombre de déplacements généré est le plus grand.

Bien que les résultats des différentes approches puissent être comparés entre eux, aucune validation n'est possible. Un collecte de données serait nécessaire afin de valider les modèles et de déterminer laquelle des approches est la plus performante.

ABSTRACT

As in every other big city, residential development in Montreal has to be thought in relation with transportation planning. For now, ITE'S (Institute of Transportation Engineers) Trip Generation tool is the main instrument used in the United States and Canada to estimate trips generated through new residential developments. Unfortunately, this tool was not made to be used in urban context. The development of a better method of assessing trips generated by residential growth has become urgent considering the context of rapid residential growing in the greater Montreal area.

Some variables are usually known when new residential developments are planned: number of dwellings, rooms per dwelling and, its cost. Others, usually used to describe household's mobility patterns, aren't. Among them, the household size and type, the age of its members or the presence of kids are particularly important.

This thesis seeks to integrate dwelling unit properties as exploratory variables in trip generation models. Two main databases are used throughout this study: Origin-Destination travel survey and the national census data. A small part of the assessment roll was also available, but its contribution has not shown any real potential so far.

Data had to be aggregated to describe the relationship between mobility and dwelling units properties. Montreal's Origin-Destination travel survey does not include questions about the household housing context. National census aggregated data remains the only database widely available to researchers that describes dwelling unit properties.

ITE's Trip Generation method uses the future building type and its number of dwelling units to estimate trip generation of a new development regardless of the location of the building. A simple way to improve this method is by adding neighborhood properties to the model. Then, trip generation can be estimated by zones based on the average characteristics of dwellings and neighborhood. This improved method is limited to zones: the new residential development becoming the zone.

Trip generation can be estimated in two steps. The first step is the estimation of the proportion of each household size in a zone by mean characteristics of dwellings and neighborhood. The second step is the estimation of trips generated by each household sizes. In this report, four trip

generation approaches were developed. Two are aggregated by zones, an other is disaggregated by household and the last one is function of the distribution of the number of trips per day per household size. The method using the frequency distributions of movement is that for which the residues are the most evenly distributed for all household sizes.

In this report, the three methods are tested on a real residential project planned for 2014. Results show that the aggregated method is problematic because it estimates a unrealistically small number of trips compared to all the other methods, ITE's Trip Generation included. ITE's Trip Generation stays the method with the most trips estimated for this new residential development.

Although the results of these methods can be compared, no validation is possible. In fact, data collection would be necessary to validate and improve these models and to determine which approach is the most effective.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	III
RÉSUMÉ.....	IV
ABSTRACT	VI
TABLE DES MATIÈRES	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XIII
LISTE DES FIGURES.....	XV
LISTE DES ÉQUATIONS.....	XXI
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XXII
LISTE DES ANNEXES	XXIII
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectifs du projet de recherche.....	2
1.3 Contenu	3
CHAPITRE 2 ÉTAT DE L'ART.....	5
2.1 La procédure séquentielle classique.....	5
2.1.1 Modélisation agrégée, désagrégée et totalement désagrégée	6
2.2 La génération de déplacements	7
2.2.1 Le facteur de croissance	8
2.2.2 La régression linéaire	8
2.2.3 La classification croisée ou analyse par catégorie	9
2.2.4 Les facteurs nationaux.....	11
2.2.5 Autres modèles de génération de déplacements.....	15
2.2.6 Les variables explicatives.....	16

2.3	La répartition modale	19
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA GÉNÉRATION DE DÉPLACEMENTS		21
3.1	Hypothèses formulées	21
3.2	Description des différentes bases de données	22
3.2.1	Enquête Origine-Destination.....	22
3.2.2	Recensement canadien	22
3.2.3	Extrait du rôle foncier du Québec	23
3.3	Cheminement de la génération de déplacements	24
3.3.1	Méthode de l'ITE	25
3.3.2	Répartition des ménages par type.....	26
3.3.3	Génération de déplacements agrégée par zone	27
3.3.4	Génération de déplacements par type de ménage, agrégée par zone	27
3.3.5	Génération de déplacements par type de ménage, désagrégée par ménage	28
3.3.6	Génération de déplacements par attribution aléatoire selon les probabilités	28
3.3.7	Les stratégies de répartition modale.....	29
3.3.8	La sélection des variables.....	30
3.3.9	Types de modèles	31
3.4	Préparation des bases de données.....	31
3.4.1	Base de données ADIDU	32
3.4.2	Base de données ménages	33
3.5	Résumé	35
CHAPITRE 4 ANALYSE DESCRIPTIVE.....		36
4.1	Nombre de déplacements par logement	36
4.1.1	Taux de déplacements des ménages en 2003	37

4.1.2	Taux de déplacements des ménages en 2008	44
4.1.3	Comparaison des taux de déplacements entre 2003 et 2008	50
4.2	Le type de ménage en relation avec le type de logement.....	51
4.2.1	Analyse à partir des propriétés moyennes du logement et du voisinage.....	51
4.3	Le type de ménage en relation avec la mobilité	55
4.3.1	Taille du ménage	55
4.3.2	Le nombre d'enfants.....	57
4.3.3	L'âge des personnes	61
4.4	Les variables de voisinage en relation avec la mobilité	62
4.4.1	La densité de logements	62
4.4.2	Les passages-arrêts (Rayon de 500m).....	63
4.4.3	Le revenu moyen du voisinage.....	65
4.4.4	Le taux d'activité.....	65
4.4.5	Le taux de chômage.....	66
4.4.6	La composition du voisinage (âge des personnes)	66
4.5	Déplacements en transport collectif	68
4.5.1	Âge des personnes.....	68
4.5.2	Nombre d'enfants	70
4.5.3	Le voisinage	72
4.6	Synthèse	76
CHAPITRE 5 MODÉLISATION.....		78
5.1	Répartition des ménages.....	79
5.1.1	Évolution de la répartition des ménages dans le temps.....	85
5.2	Génération de déplacements.....	86

5.2.1	Approche #1 : Génération de déplacements agrégée par zone.....	86
5.2.2	Approche #2 : Génération de déplacements par taille de ménage agrégée par zone .	92
5.2.3	Approche #3 : Génération de déplacements par taille de ménage désagrégée au niveau du ménage.....	99
5.2.4	Approche #4 : Les distributions de taux de déplacements par taille de ménage.....	103
5.2.5	Comparaison des quatre approches	118
5.3	Répartition modale	125
5.4	Génération de déplacements TC	125
5.4.1	Approche #1 : Génération de déplacements TC par zone	126
5.4.2	Approche #2 : Génération de déplacements TC par taille de ménage au niveau de la zone.....	127
5.4.3	Approche #3 : Génération de déplacements TC par taille de ménage au niveau du ménage	129
5.4.4	Approche #4 : Les distributions de taux de déplacements TC par taille de ménage	130
5.5	Les variables dans le temps.....	135
CHAPITRE 6 EXPÉRIMENTATION AVEC LE RÔLE FONCIER.....		137
6.1	Base de données foncières.....	137
6.2	Couplage du rôle foncier avec l'enquête Origine-Destination.....	138
6.3	Validation 2001-2006.....	138
6.4	Relation entre la mobilité et les propriétés du logement.....	140
CHAPITRE 7 DISCUSSION ET CONCLUSION.....		145
7.1	Synthèse	145
7.2	Limitations	146
7.3	Perspectives.....	147
RÉFÉRENCES.....		150

ANNEXES	153
---------------	-----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 Statistiques démographiques pour le secteur de Mascouche (source : Recensements 2001, 2006 et 2011, Statistiques Canada)	23
Tableau 3.2 Nombre d'ADIDU sans ménage selon l'enquête O-D 2008 et le recensement 2006	33
Tableau 4.1 Nombre d'ADIDU où il y présence d'au moins un ménage échantillonné.....	36
Tableau 4.2 Synthèse des effets de variables étudiées sur la mobilité	77
Tableau 5.1 Description des variables du modèle de répartition des ménages par taille	80
Tableau 5.2 Modèle de répartition des ménages par taille	80
Tableau 5.3 Évolution du modèle de répartition des ménages par taille.....	85
Tableau 5.4 Description des variables du modèle de génération de déplacements par aire de diffusion	87
Tableau 5.5 Génération de déplacements par aire de diffusion	87
Tableau 5.6 Description des variables du modèle de génération de déplacements par zone avec app5_domi	90
Tableau 5.7 Génération de déplacements par aire de diffusion avec variable app5_domi	91
Tableau 5.8 Description des variables des modèles de génération de déplacements par taille de ménage agrégés par zone.....	93
Tableau 5.9 Génération de déplacements des ménages à une personne agrégée par zone	93
Tableau 5.10 Génération de déplacements des ménages à deux personnes agrégée par zone.....	94
Tableau 5.11 Génération de déplacements des ménages à trois personnes agrégée par zone	94
Tableau 5.12 Génération de déplacements des ménages à quatre personnes agrégée par zone.....	95
Tableau 5.13 Modèle désagrégé de génération de déplacements par taille de ménage	99
Tableau 5.14 Génération de déplacements pour chacune des tailles de ménage	101
Tableau 5.15 Description des variables pour la génération de déplacements pour chacune des tailles de ménage	102

Tableau 5.16 Évolution du modèle de génération de déplacements par taille de ménage	103
Tableau 5.17 Génération de déplacements du Lowney, 4 approches, 2 localisations	122
Tableau 5.18 Répartition des ménages par taille pour le Lowney, 2 localisations	122
Tableau 5.19 Description des variables de génération de déplacements TC par aire de diffusion	126
Tableau 5.20 Génération de déplacements TC par aire de diffusion	126
Tableau 5.21 Description des variables des modèles de génération de déplacements TC par taille de ménage agrégés par zone.....	128
Tableau 5.22 Génération de déplacements TC des ménages à une personne agrégée par zone ..	129
Tableau 5.23 Génération de déplacements TC des ménages à deux personnes agrégée par zone	129
Tableau 5.24 Génération de déplacements TC des ménages à trois personnes agrégée par zone	129
Tableau 5.25 Génération de déplacements TC des ménages à quatre personnes agrégée par zone	129
Tableau 5.26 Description des variables de génération désagrégée de déplacements TC	130
Tableau 5.27 Génération désagrégée de déplacements TC par taille de ménage.....	130
Tableau 6.1 Variables utilisées pour la validation 2001-2006	139
Tableau 6.2 Résultats des modèles 2001 pour une ADIDU en particulier	140
Tableau 6.3 Table des corrélations entre les variables de logement et la mobilité des ménages.	141
Tableau 6.4 Description des variables de logement.....	141

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 La procédure séquentielle classique (Ortuzar & Willumsen, 2011), Traduit de l'anglais	6
Figure 3.1 Schéma illustrant les hypothèses à confirmer	21
Figure 3.2 Cheminement vers la génération de déplacements	24
Figure 3.3 Schéma de la méthode de l'ITE	26
Figure 3.4 Répartition des ménages par type	26
Figure 3.5 Génération de déplacements par zone	27
Figure 3.6	28
Figure 3.7 Génération de déplacements par zone et par type de ménage	28
Figure 3.8 Génération de déplacements par type de ménage	28
Figure 3.9 Première stratégie de répartition modale	29
Figure 3.10 Deuxième stratégie de répartition modale	30
Figure 3.11 Territoire de l'enquête Origine-Destination 2008 et division par ADIDU	32
Figure 4.1 Fréquence des ADIDU selon le taux de déplacements des ménages en 2003	37
Figure 4.2 Spatialisation des taux de déplacements des ménages au niveau de l'ADIDU en 2003	38
Figure 4.3 Taux moyen de déplacements en fonction de la distance par rapport au centre-ville en 2003	39
Figure 4.4 Nombre de ménages selon la distance par rapport au centre-ville en 2003	39
Figure 4.5 Analyse de la corrélation spatiale des taux de déplacements des ménages à l'aide de l'indice local de Moran en 2003	40
Figure 4.6 Indice local de Moran 2003 en fonction de la distance par rapport au centre-ville	41
Figure 4.7 Taux de déplacements des ménages à une personne en 2003	42
Figure 4.8 Taux de déplacements des ménages à deux personnes en 2003	42

Figure 4.9 Taux de déplacements des ménages à trois personnes en 2003	43
Figure 4.10 Taux de déplacements des ménages à quatre personnes et plus en 2003	43
Figure 4.11 Fréquence des ADIDU selon le taux de déplacements des ménages en 2008.....	44
Figure 4.12 Spatialisation des taux de déplacements des ménages au niveau de l'ADIDU en 2008	45
Figure 4.13 Taux moyen de déplacements en fonction de la distance par rapport au centre-ville en 2008	45
Figure 4.14 Nombre de ménages selon la distance par rapport au centre-ville en 2008.....	45
Figure 4.15 Analyse de la corrélation spatiale des taux de déplacements des ménages à l'aide de l'indice local de Moran en 2008.....	46
Figure 4.16 Indice local de Moran 2008 en fonction de la distance par rapport au centre-ville....	47
Figure 4.17 Taux de déplacements des ménages à une personne en 2008.....	48
Figure 4.18 Taux de déplacements des ménages à deux personnes en 2008	48
Figure 4.19 Taux de déplacements des ménages à trois personnes en 2008.....	49
Figure 4.20 Taux de déplacements des ménages à quatre personnes et plus en 2008	49
Figure 4.21 Comparaison des taux de mobilité par taille de ménage entre 2003 et 2008.....	51
Figure 4.22 Relations entre le type de ménage et le type de logement	52
Figure 4.23 Relations entre le voisinage et le type de ménage	54
Figure 4.24 Relation entre la taille du ménage et le nombre de déplacements	55
Figure 4.25 Visualisation des écarts (taille du ménage vs mobilité).....	56
Figure 4.26 Effets de l'âge sur la mobilité des ménages à une personne.....	56
Figure 4.27 Effet de la présence d'enfants sur la mobilité des ménages	57
Figure 4.28 Effet de la présence d'enfants sur la mobilité des personnes	58
Figure 4.29 Effet des enfants sur la mobilité des adultes.....	58
Figure 4.30 Nombre de déplacements par personne par type de ménage, sexe et âge	60

Figure 4.31 Relation entre l'âge des personnes et le nombre de déplacements	61
Figure 4.32 Mobilité des personnes selon l'âge, le sexe et la taille du ménage.....	62
Figure 4.33 Effet de la densité sur la mobilité	63
Figure 4.34 Relation entre niveau de service de transport collectif et le nombre de déplacements	64
Figure 4.35 Effet du niveau de service de transport collectif sur la mobilité	64
Figure 4.36 Effet du niveau de revenu du voisinage sur la mobilité.....	65
Figure 4.37 Effet du taux d'activité du voisinage sur la mobilité	66
Figure 4.38 Effet du taux de chômage du voisinage sur la mobilité	66
Figure 4.39 Effet du pourcentage de personnes de 10 à 19 ans sur la mobilité	67
Figure 4.40 Effet du pourcentage de personnes de 20 à 34 ans sur la mobilité	67
Figure 4.41 Effet du pourcentage de personnes de 65 ans et plus sur la mobilité	68
Figure 4.42 Relation entre l'âge des personnes et le nombre de déplacements fait en transport collectif.....	69
Figure 4.43 Taux de déplacements TC des personnes selon l'âge, le sexe et la taille du ménage.	69
Figure 4.44 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des ménages.....	70
Figure 4.45 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des personnes.....	71
Figure 4.46 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des adultes	71
Figure 4.47 Effet de la densité de logements sur l'utilisation du transport collectif.....	72
Figure 4.48 Effet de la densité de population sur l'utilisation du transport collectif.....	73
Figure 4.49 Effet de la distance par rapport au centre-ville sur l'utilisation du transport collectif	73
Figure 4.50 Représentation du centre-ville par rapport aux infrastructures lourdes de transport collectif.....	74

Figure 4.51 Effet du niveau de l'offre du transport collectif sur son utilisation	75
Figure 4.52 Effet de la proximité d'une station de métro sur l'utilisation du transport collectif...	75
Figure 4.53 Effet de la proximité d'une gare de train sur l'utilisation du transport collectif	76
Figure 5.1 Distribution des erreurs du modèle de répartition des ménages	82
Figure 5.2 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à une personne	83
Figure 5.3 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à deux personnes	83
Figure 5.4 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à trois personnes	84
Figure 5.5 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à quatre personnes	84
Figure 5.6 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone	88
Figure 5.7 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone pour 50% des ADIDU.....	89
Figure 5.8 Erreurs du modèle de génération de déplacements par zone en fonction de la proximité du centre-ville.....	89
Figure 5.9 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone avec variable app5_domi	92
Figure 5.10 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par taille de ménage agrégé par zone	96
Figure 5.11 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men1p.....	97
Figure 5.12 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men2p.....	97
Figure 5.13 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men3p.....	98
Figure 5.14 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men4p+	98

Figure 5.15 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par taille de ménage	100
Figure 5.16 Fréquence du nombre de déplacements par taille de ménage.....	104
Figure 5.17 Distribution des erreurs du modèle de distribution des déplacements par taille de ménage	105
Figure 5.18 Le territoire de la région métropolitaine de Montréal en 4 régions	106
Figure 5.19 Distribution des déplacements par taille de ménage pour quatre regroupements de régions	107
Figure 5.20 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Distance au centre-ville.....	108
Figure 5.21 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – %65 ans et plus .	109
Figure 5.22 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – % de 0-9ans.....	110
Figure 5.23 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Taux d’emploi...	111
Figure 5.24 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – % de logements dans un bâtiment de 5 étages et plus	112
Figure 5.25 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Nombre moyen de chambres.....	113
Figure 5.26 Distributions cumulées des taux de déplacements pour deux régions	115
Figure 5.27 Test de Kolmogorov-Smirnov entre deux distributions régionales de taux de déplacements	116
Figure 5.28 Distributions cumulées des taux de déplacements pour deux concentrations de personnes de 65 ans et plus dans le voisinage.....	117
Figure 5.29 Test de Kolmogorov-Smirnov entre deux distributions de voisinage de taux de déplacements	117
Figure 5.30 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4	118

Figure 5.31 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4	119
Figure 5.32 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4	120
Figure 5.33 Localisations testées pour le projet du Lowney	121
Figure 5.34 Comparaison des résultats du modèle avec le Trip Generation (ITE)	124
Figure 5.35 Fréquence du nombre de déplacements TC par taille de ménage.....	131
Figure 5.36 Distributions des taux de déplacements TC par grande région	131
Figure 5.37 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Proximité du métro	132
Figure 5.38 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Distance au centre-ville.....	133
Figure 5.39 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Dominance app4-	134
Figure 5.40 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Dominance app5+	135
Figure 6.1 Emplacement de l'ADIDU 24640013	139
Figure 6.2 Effet de la valeur du logement sur la mobilité des ménages	142
Figure 6.3 Effet de l'aire du terrain et d'étage sur la mobilité des ménages.....	142
Figure 6.4 Effet de l'année de construction du logement sur la mobilité des ménages	143
Figure 6.5 Effet du nombre de logements et d'étages de l'immeuble sur la mobilité des ménages	143

LISTE DES ÉQUATIONS

Équation 5.1 Équations reliées au modèle de répartition des ménages par taille.....	80
Équation 5.2 Équation du modèle de génération de déplacements par aire de diffusion.....	87
Équation 5.3 Équation du modèle de génération de déplacements par zone avec app5_domi	90
Équation 5.4 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à une personne agrégée par zone.....	93
Équation 5.5 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à deux personnes agrégée par zone.....	94
Équation 5.6 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à trois personnes agrégée par zone.....	94
Équation 5.7 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à quatre personnes agrégée par zone.....	95
Équation 5.8 Équation du modèle désagrégé de génération de déplacements par taille de ménage	99
Équation 5.9 Équation de la génération de déplacements TC par aire de diffusion	126
Équation 5.10 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à une personne agrégée par zone.....	128
Équation 5.11 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à deux personnes agrégée par zone.....	128
Équation 5.12 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à trois personnes agrégée par zone.....	128
Équation 5.13 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à quatre personnes agrégée par zone.....	128
Équation 5.14 Équation du modèle désagrégé de génération de déplacements TC	130

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

La liste des sigles et abréviations présente, dans l'ordre alphabétique, les sigles et abréviations utilisés dans le mémoire ou la thèse ainsi que leur signification. En voici quelques exemples :

ADIDU	Aire de diffusion
AMT	Agence métropolitaine de transport
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
GES	Gaz à effet de serre
GTFS	General Transit Feed Specification
KS	Kolmogorov-Smirnov
ITE	Institute of Transportation Engineers
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PMAD	Plan métropolitain d'aménagement et de développement
SIG	Système d'information géographique

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – Tableaux des corrélations.....	153
---	-----

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

L'arrimage de l'aménagement du territoire et de la planification des transports est un sujet très actuel et un concept de plus en plus souhaité dans la grande région métropolitaine de Montréal.

Le développement résidentiel est un secteur en expansion dans la grande région de Montréal. En effet, l'explosion du marché du condominium est visible dans plusieurs arrondissements de la ville. En 2011 et 2012, plus de 43 000 unités de logement ont été mis en chantier dans la région métropolitaine de recensement (SCHL, 2013). De plus, la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) par le biais de son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD) souhaite que 40% de la croissance des ménages soit orientée près du réseau de transport en commun structurant, c'est-à-dire le métro et les trains de banlieue. D'ici 2031, 320 000 ménages sont attendus dans la grande région métropolitaine (CMM, 2012).

Les impacts de ces nouvelles constructions sont nombreux et devront tôt ou tard être évalués. Des questions sont notamment posées au sujet des gaz à effet de serre (GES) émis par ces nouvelles constructions. Le transport est responsable de plus de 40% des émissions de gaz à effet de serre (MDDEP, 2011). La Ville de Montréal souhaite diminuer ses émissions de GES de 30% par rapport à 1990 d'ici 2020 (*Plan de développement durable de la collectivité montréalaise 2010-2015*, 2010). Le nombre de déplacements généré par une nouvelle construction résidentielle est une donnée essentielle quand vient le temps d'évaluer les GES qui seront émis par le transport.

1.1 Problématique

Plusieurs questions sont amenées par ce développement résidentiel massif: Qui ira s'installer dans ces habitations? Quels comportements de mobilité seront adoptés? Quelle est la quantité de déplacements qui seront générés par les nouveaux développements? En effet, l'augmentation des déplacements dans un quartier a des impacts sur le réseau de transport collectif et routier, ainsi que sur les stationnements. Cette dernière information est d'ailleurs cruciale pour déterminer les capacités optimales de stationnement. Deux questions principales sont alors posées : comment quantifier et satisfaire la nouvelle demande et quels sont les outils disponibles pour répondre à ces questions?

L'outil traditionnellement utilisé au Canada et aux États-Unis et présentement utilisé à la Ville de Montréal pour évaluer les impacts de ces nouvelles constructions en termes de déplacements est le manuel *Trip Generation* publié par l'*Institute of Transportation Engineers* (ITE). Dans le *Trip Generation Handbook*, guide qui indique dans quels cas les données du *Trip Generation* sont applicables, il est précisé que cette méthode n'est pas valable en milieu urbain, en présence de service régulier de transport collectif et où il y a une grande mixité du territoire (ITE, 2003, 2004). Tous ces qualificatifs décrivent assez bien Montréal ou du moins son centre-ville. Ce guide correspond actuellement à l'état de la pratique bien que les limitations de cette approche soient bien documentées.

Effectivement, le *Trip Generation* a souvent été critiqué et la méthode a la réputation de surestimer les déplacements en automobile, ce qui peut amener un surdimensionnement des routes pour un quartier. En effet, selon une récente étude faite par Millard-Ball, la méthode du *Trip Generation* surestimerait de 56% les déplacements en automobile comparativement à ce qui est observé lors des enquêtes régionales aux États-Unis (Millard-Ball, 2013).

La génération de déplacements est une étape très importante dans la planification du transport puisqu'elle en constitue la base. Aucune méthode générique n'a été proposée pour s'adapter au contexte montréalais, ce qui constitue la principale problématique. De plus, les sources de données disponibles pour parvenir à élaborer une méthodologie de génération de déplacements optimale sont limitées. Effectivement, le lien direct entre le comportement de mobilité et le logement ne peut être fait avec les données disponibles présentement.

1.2 Objectifs du projet de recherche

L'objectif de ce projet de recherche est de concevoir un modèle qui tient compte de plusieurs paramètres pour prévoir de façon réaliste les déplacements générés par des unités de logement et éventuellement contribuer à mieux prévoir les impacts de ces constructions sur l'utilisation du réseau routier, du réseau de transport collectif ainsi que des stationnements. Puisque généralement, il est aisé de connaître d'avance les attributs des unités de logement qui seront construites, mais pas nécessairement la composition des ménages qui iront s'y installer, le modèle sera élaboré en fonction du type de logement et de son voisinage. De cette façon, il sera plus facile de prévoir la demande en déplacements générés par différents ensembles d'unités de logement, un complexe de condos par exemple.

Puisque le type de logement agit comme variable proxy du type de ménage, il faut tout d'abord confirmer deux hypothèses. La première est qu'il existe une corrélation entre les attributs du logement et le type de ménage y habitant et la deuxième est qu'il y a une corrélation entre le comportement de mobilité et le type de ménage. Si ces deux corrélations s'avèrent significatives, il sera alors possible de prévoir le nombre de déplacements générés par une unité résidentielle.

Les objectifs spécifiques du projet sont donc de :

- caractériser les ménages résidant sur le territoire de la grande région de Montréal et proposer une typologie permettant de les classifier;
- mieux comprendre la relation entre le type de ménage et les comportements de mobilité des individus le composant;
- mieux comprendre la relation entre le type de ménage et le type logement habité.

1.3 Contenu

L'état de l'art sera présenté au Chapitre 2, particulièrement sur l'évolution des modèles de génération de déplacements. En effet, les diverses pratiques seront décrites et les différentes critiques reliées relatées. Les variables ayant démontré avoir une influence sur la mobilité seront ressorties. De plus, l'effet de l'emplacement du domicile dans le comportement de mobilité sera un sujet étudié.

La méthodologie de génération de déplacements développée dans le cadre de cette recherche sera présentée au Chapitre 3. Elle comprend la description des hypothèses qui ont été posées et la description des différentes sources de données qui ont permis de construire les bases de données qui ont servi à l'analyse descriptive et à la modélisation.

L'analyse descriptive suit au Chapitre 4 et sert à caractériser les ménages en types afin de proposer une typologie optimale dans le cadre de la génération de déplacements. Elle vient aussi confirmer les hypothèses et identifier les variables qui influencent le comportement de mobilité.

Le modèle de génération de déplacements est présenté, détaillé et expliqué au Chapitre 5. Un exemple concret de nouveau bâtiment résidentiel est utilisé pour tester les différents modèles développés. Aucune validation n'est possible pour ce bâtiment, mais une comparaison avec le *Trip Generation* du ITE encore très utilisé est faite.

Un extrait de rôle foncier a été obtenu de la part du MTQ pour fins de recherche, ce qui a permis de faire quelques expérimentations supplémentaires au Chapitre 6 pour un quartier en particulier. La municipalité visée est Mascouche, qui a subi une croissance démographique importante entre 2001 et 2006, entre les deux recensements disponibles. Un couplage entre les données du rôle foncier de l'enquête Origine-Destination a permis d'attribuer un logement aux ménages et ainsi, de voir le lien direct entre certaines caractéristiques du logement et le comportement de mobilité.

Le Chapitre 7 conclura le mémoire avec un bref résumé, l'énoncé des limitations liées aux modèles développés dans ce projet de recherche, ainsi que les perspectives liées à la modélisation de la génération de déplacements.

CHAPITRE 2 ÉTAT DE L'ART

La génération de déplacements est une évaluation des déplacements attirés ou produits par une zone ou un bâtiment. Puisque le but de ce projet est de déterminer le nombre de déplacements générés par des unités d'habitations, la revue de littérature se concentre davantage sur les modèles relatifs aux déplacements produits.

Depuis les années 1960, de nombreuses variantes de modélisation de la génération de déplacements ont été élaborées. En partant de la procédure séquentielle classique, des améliorations à la méthode ont été imaginées et testées. Jusqu'à présent, la plupart de ces méthodes demandent une connaissance des caractéristiques des ménages et/ou des personnes qui composent la zone ou le bâtiment étudié pour modéliser le nombre de déplacements générés.

Des variables explicatives qui ont démontré avoir un effet sur la génération de déplacements et le choix modal seront ressorties. Par la suite, des études montrant un lien entre les caractéristiques du logement et les propriétés des ménages seront référées.

Voici une énumération des méthodes de génération de déplacements connues jusqu'à ce jour, en débutant par une brève description de la procédure séquentielle classique.

2.1 La procédure séquentielle classique

La procédure séquentielle classique à quatre étapes a été créée dans les années 1960 pour permettre aux planificateurs de transport de prévoir la demande sur les routes. Malgré les nombreuses avancées dans le domaine de la modélisation, la procédure est encore très utilisée et demeure la base de plusieurs des méthodes développées (Ortuzar & Willumsen, 2011).

Les quatre étapes sont la génération de déplacements (évaluation du nombre de déplacements), la distribution de ces déplacements (matrice origine-destination), la répartition modale (assignation d'un mode à chaque déplacement) et l'affectation des déplacements sur les réseaux de transport (Bonnell, 2004). Traditionnellement, la génération de déplacements ne tient pas compte des modes et itinéraires disponibles (coûts et temps). Ces caractéristiques sont considérées seulement dans les étapes subséquentes soit la distribution, la répartition modale et l'affectation des déplacements (Oppenheim, 1995). Voici le schéma de la procédure séquentielle classique de base (Figure 2.1).

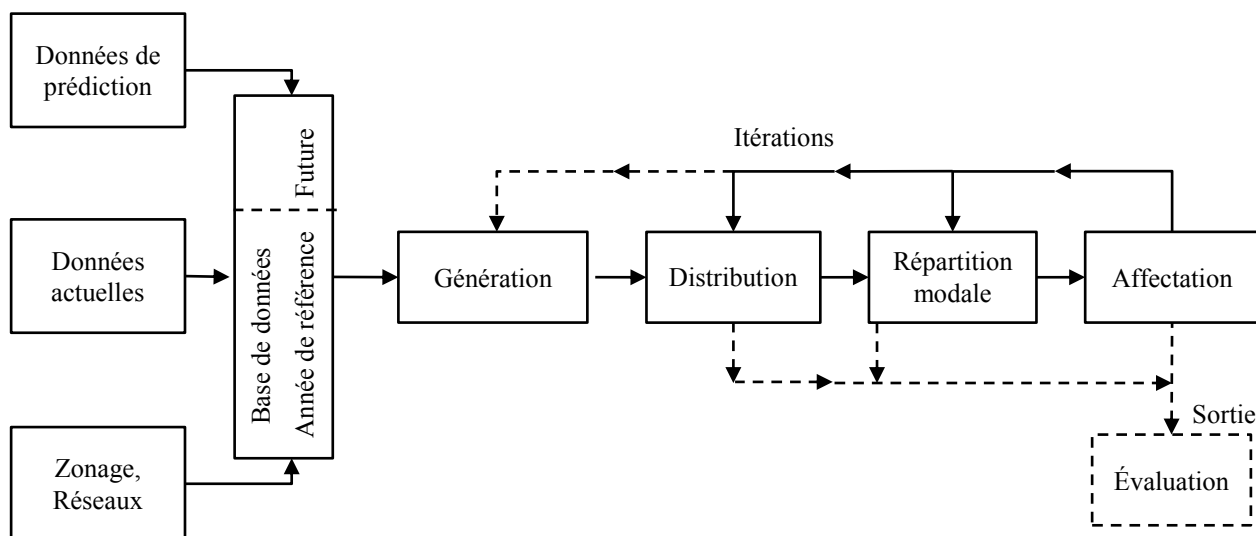


Figure 2.1 La procédure séquentielle classique (Ortuzar & Willumsen, 2011), Traduit de l'anglais

Avec les années, le schéma de base de la procédure séquentielle classique a connu plusieurs variantes. Effectivement, plusieurs approches sont développées où certaines étapes se trouvent regroupées ensemble. La plus commune est le regroupement génération, distribution et répartition modale. Une autre approche est de combiner la génération et la répartition modale avant la distribution. Puisque le mode est fixé avant la destination dans cette approche, des variables moyennes sont nécessaires ce qui enlève de la précision et ce qui s'éloigne de l'approche désagrégée (Ortuzar & Willumsen, 2011).

La procédure séquentielle classique est critiquée, surtout à cause qu'elle ne représenterait pas vraiment le processus de choix d'une personne face à un déplacement. Un modèle direct rassemblant tous les éléments du modèle classique en un seul modèle serait plus pertinent pour évaluer la demande, mais reste très difficile à construire. La plupart des modèles sont donc encore aujourd'hui basés sur la procédure séquentielle classique (Bonnell, 2004).

2.1.1 Modélisation agrégée, désagrégée et totalement désagrégée

La modélisation peut être faite de façon agrégée, désagrégée et totalement désagrégée. L'approche agrégée considère qu'un groupement de personnes par exemple, ont toutes les mêmes caractéristiques : leurs caractéristiques moyennes. La variabilité des propriétés entre ces individus est complètement effacée. De plus, lors d'agrégation par zone des taux de déplacements des ménages, le poids de ces zones est considéré le même peu importe le nombre de ménages à l'intérieur. Par exemple, une zone A ayant 2 ménages et une zone B ayant 6 ménages, les ménages

de la zone A auront 3 fois plus de poids que les ménages de la zone B dans le modèle de génération de déplacements.

Dans l'approche désagrégée, toutes les personnes ont leurs propres caractéristiques, il n'y a plus de regroupement. Par contre, lors de la distribution des déplacements, autant dans la modélisation agrégée que désagrégée, les données de localisations sont restreintes aux centroïdes de zones. Ces données de localisation sont donc agrégées à une zone (Bonnell, 2004).

Une comparaison entre les approches agrégée et désagrégée est effectuée par Kassoff & Deutschman en 1969. Ils déterminent que la méthode désagrégée possède un avantage statistique, représente mieux les corrélations et la variabilité entre les variables et que cette méthode devrait être priorisée (Kassoff & Deutschman, 1969).

En 1969, McCarthy démontre que les moyennes par zone ne réussissent pas à décrire le comportement des ménages ni ses caractéristiques sociodémographiques si la zone est considérée comme hétérogène au niveau des caractéristiques des ménages. Cette constatation va dans le même sens que les résultats obtenus par Kassoff et Deutschman. À la lumière de ces résultats, il recommande que la modélisation désagrégée sur une base ménage soit approfondie (McCarthy, 1969).

Le Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires en Transport Urbain Collectif (MADITUC) développé par Chapleau en 1982 avec l'enquête Origine-Destination de Montréal est l'une des première approche totalement désagrégée développée (Chapleau, 1986). L'approche désagrégée reste surtout utilisée pour la répartition modale et rarement pour la prévision de la demande (Bonnell, 2004).

2.2 La génération de déplacements

La génération de déplacements est la première étape de la procédure séquentielle classique, elle est très importante, car elle est la fondation pour les étapes suivantes. Elle consiste à définir le nombre de déplacements générés par une personne, un ménage, une zone ou un bâtiment en particulier. Les déplacements peuvent être classés en deux catégories: les émis et les attirés (Ortuzar & Willumsen, 2011).

Avec les années, avec l'apparition des ordinateurs et la plus grande facilité à recueillir et à traiter des données, plusieurs type de modèles de génération de déplacements ont été développés autant

au niveau agrégé, désagrégé que totalement désagrégé. Aussi, les modèles se développèrent sur plusieurs bases soit sur une base personne, soit sur une base ménage. Un bref survol des méthodes existantes sera fait dans cette section du mémoire.

2.2.1 Le facteur de croissance

À l'aide des données de déplacements recueillies dans le passé, cette méthode de prédiction des déplacements futurs consiste à prendre le nombre de déplacements générés dans le présent et à le multiplier par un facteur de croissance qui est une fonction de variables telles que la population, le revenu et la possession automobile. Cette méthode tend à surévaluer le nombre de déplacements générés (Ortuzar & Willumsen, 2011).

2.2.2 La régression linéaire

Jusqu'à la fin des années soixante, la régression linéaire est la méthode utilisée par la majorité des planificateurs en transport (Ortuzar & Willumsen, 2011). Le nombre de déplacements par zone ou ménage est la variable dépendante expliquée par des variables indépendantes jugées significatives. Cette méthode initialement agrégée a été la cible de plusieurs critiques (Stopher & McDonald, 1983).

2.2.2.1 La régression basée sur la zone

Une zone a des caractéristiques de population, de nombre d'emplois et de nombre de voitures par exemple. Cette zone a aussi des caractéristiques moyennes associées à ses résidents : soit les caractéristiques des ménages ou celles des personnes. Basée sur ces caractéristiques sectorielles, la régression linéaire définit le nombre de déplacements produits ou attirés par cette zone. Le problème avec cette méthode agrégée est que le taux de génération de déplacements dans une zone ne représente pas la variabilité des comportements de mobilité des ménages ou des personnes à l'intérieur de cette zone. Les taux moyens sont comparés par zone, mais selon la grandeur et la densité de la zone, la variabilité des comportements de mobilité sera très variable (Ortuzar & Willumsen, 2011) et (Douglas & Lewis, 1970).

Deux façons d'agréger par zones sont comparées en 1969. En effet, Kassoff et Deutschman comparent la méthode des totaux par zone (le nombre de déplacements total généré par une zone) et les taux par zone (le nombre de déplacements moyen généré par un ménage dans une zone, par

exemple). L'ordre de grandeur des taux agrégés par zone n'est pas influencé par la taille de la zone contrairement à celui des totaux par zone. Les résultats de Kassoff et Deutschman traduisent que la méthode par totaux aurait un avantage sur celle par taux moyen. Bien que la méthode des totaux soit plus précise de façon statistique, les auteurs rappellent que la méthode par taux devrait être priorisée, car elle peut être utilisée indépendamment de la grandeur et densité de la zone. Les méthodes des totaux quant à elle est limitée à sa zone ou à un secteur très semblable (Kassoff & Deutschman, 1969).

2.2.2.2 La régression basée sur les ménages

Au début des années 1970, le ménage, indépendant de sa zone, est considéré pour être la base du modèle de génération de déplacements. En fonction de variables descriptives du ménage, le nombre de déplacements est calculé par régression linéaire, multiple dans la plupart des cas. Les variables explicatives sont testées de façon statistique pour démontrer leur significativité. La performance du modèle peut être évaluée à l'aide du chi carré (Ortuzar & Willumsen, 2011).

Bien que la méthode soit encore beaucoup utilisée, il existe des problèmes liés à celle-ci, car l'influence des variables indépendantes sur la variable dépendante n'est pas toujours linéaire. Une façon de contourner ce problème est de créer des catégories à la variable en insérant des variables nominales. Cette façon de faire peut s'avérer laborieuse dans le cas d'une base de données comportant beaucoup de variables, car elle nécessite un traitement de cas par cas (Ortuzar & Willumsen, 2011). La méthode a quand même été utilisée et est le sujet de la prochaine section: la classification croisée.

2.2.3 La classification croisée ou analyse par catégorie

Cette méthode apparaît vers la fin des années 1960. Elle constitue à définir des taux de génération de déplacements en fonction des caractéristiques des ménages. Les ménages sont classés par types selon des attributs sélectionnés. Avec le nombre moyen de déplacements pour chacun des types de ménage, un taux de génération de déplacements peut-être attribué à chacun de ces types de ménage. La principale hypothèse que considère cette méthode est que les taux de génération de déplacements ne varient pas avec les années pour des caractéristiques de ménage semblables. Les taux de déplacements sont définis à partir des enquêtes sur les déplacements (Ortuzar & Willumsen, 2011). La génération de déplacements est aussi effectuée par motif afin de séparer les

différentes activités et de sélectionner les variables qui décrivent le mieux chacun des motifs (Bonnel, 2004).

Les avantages de la classification croisée désagrégée sont que les groupes de classification sont indépendants de la zone ou de la région et que les corrélations entre la variable dépendante et les variables indépendantes peuvent être de n'importe quelle forme (pas nécessairement linéaire). De plus, la relation entre les mêmes variables mais dans différentes catégories peut être différentes.

Les désavantages de cette méthode sont par contre qu'il n'y a pas d'extrapolation possible à l'extérieur des catégories et qu'il n'y a pas de mesure statistique pour assurer la qualité du modèle. Aussi, la façon de choisir les variables indépendantes et leurs catégories se fait à tâtonnement ce qui peut rendre le processus laborieux. De plus, un nombre minimal de données par groupe de classification est nécessaire pour assurer une certaine qualité du modèle, donc s'il y a beaucoup de catégories, il faut un échantillon de données très grand (Stopher & McDonald, 1983) et (Ortuzar & Willumsen, 2011).

2.2.3.1 L'analyse par catégorie multiple (MCA)

La méthode MCA est une méthode qui propose des solutions aux désavantages, cités plus haut, que possède la méthode de classification classique. En effet, MCA propose un test statistique pour définir la significativité des variables et la meilleure façon de les classer. De plus, avec la compilation des moyennes pour chacune des variables comparées à la moyenne générale, le manque de données par groupe de classification peut être contourné en utilisant les déviations par rapport à la moyenne pour calculer la variable dépendante (Stopher & McDonald, 1983), (Ortuzar & Willumsen, 2011).

2.2.3.2 L'approche par catégorie de personne

Les modèles de génération de déplacements se font traditionnellement sur la base du ménage, mais pour plusieurs raisons, Supernak (1983) croit en un modèle sur une base personne. En effet, proposée en 1979 par Supernak, l'approche par personne plutôt que par ménage comporte des avantages et des inconvénients. En effet, lors de la génération de déplacements sur une base ménage, la taille du ménage est la variable la plus significative et a tendance à cacher l'effet des autres variables telles, la possession automobile ou le revenu par exemple. Lors de la génération de

déplacements sur une base personne, l'effet des variables autre que la taille peuvent davantage être analysés. (Supernak, Talvitie, & DeJohn, 1983).

Aussi, les sondages sur la base des ménages amènent un biais dans les réponses puisque souvent, il s'agit d'une personne d'un ménage qui répond pour tous les membres de son logis. Des erreurs considérables peuvent alors se glisser dans la base de données (Scobee, DuRoss, & Ratledge, 1998). Par contre, le modèle sur la base des personnes présente des inconvénients. En effet, puisque les modèles de génération de déplacements sont généralement faits sur une base ménages, les données des personnes doivent être converties pour représenter les ménages. Scobbe et al., (1998) ont testé une méthode consistant à prendre les données des déplacements pour une seule personne dans le ménage, mais en prenant les informations des caractéristiques de son ménage. De cette façon, les déplacements personnes pouvaient être catégorisés par type de personne et rapporté au niveau du ménage. Le statut, l'occupation et l'âge étaient les trois variables qui catégorisaient les personnes.

2.2.4 Les facteurs nationaux

L'Institut des ingénieurs en transport (ITE) publie depuis les années 1970 un recueil de courbes de régression permettant d'estimer la quantité de déplacements faits en automobile générés (produits et attirés) selon une utilisation spécifique de terrain et une variable explicative. Ce guide a été créé dans le but de fournir des indications pour le dimensionnement du réseau routier à concevoir dans le cas de nouvelles constructions. Par exemple, pour une école primaire, l'utilisation du sol est catégorisée comme institutionnelle-école élémentaire et les variables indépendantes disponibles sont le nombre d'employés, le nombre d'étudiants et la superficie totale de l'école. Les données utilisées pour définir les courbes de prédictions sont des données de comptages routiers effectués dans diverses villes aux États-Unis et Canada depuis les années 1960. Les données sont principalement amassées dans des banlieues avec peu ou pas de service de transport collectif, ni d'infrastructure dédiée au transport actif. Les données soumises à l'ITE sont comptabilisées et séparées en différentes catégories selon l'utilisation du sol. En 2003, la septième édition du manuel regroupe plus de 4250 différentes sources de données. Les courbes sont créées pour différentes périodes de la journée et de la semaine afin de représenter les différents débits de véhicules dans le temps (ITE, 2003).

Puisque les données sont ramassées depuis le début des années soixante, il y a un questionnement face à la significativité des données datant d'avant la crise de l'énergie en 1973. Une étude a alors été conduite par le ITE qui a prouvé qu'il n'y avait pas de différence significative entre les données datant d'avant et d'après 1973 (ITE, 2003).

L'ITE émet des avertissements par rapport à l'utilisation de ces courbes selon les caractéristiques de l'endroit à l'étude et le nombre de données disponible. Pour détailler toutes les directives et avertissements, en 2001, l'ITE a produit un guide pour l'utilisation des données, le *Trip Generation Handbook* qui énonce aussi des recommandations face à l'utilisation des données du *Trip Generation*. De plus, dans le guide, selon certaines conditions, il y aura recommandation de collecte de données locales pour pallier au manque de données recueillis dans le *Trip Generation*. La méthodologie proposée pour cette collecte de données y est aussi détaillée (ITE, 2004). Voici quelques recommandations et limitations reliées à la méthode de l'ITE.

Dans le *Trip Generation*, il y a, la plupart du temps, deux types de taux de génération de déplacements. Il y a le taux moyen, et le taux selon la régression linéaire entre les données disponibles. Selon le *Trip Generation Handbook* les taux ressortant de la régression linéaire devraient être utilisés lorsqu'il y a au moins 20 données disponibles ou que le R^2 de la courbe de régression est d'au moins 0,75. L'utilisation du taux moyen est recommandée lorsqu'il y a au moins 3 données et que la déviation standard ne dépasse pas 110% du taux moyen. Aussi, des limitations sont reliées à la variable indépendante. Effectivement, si dans le milieu étudié, la variable indépendante choisie ne correspond pas à la plage de données disponible dans le *Trip Generation*, la collecte de données est recommandée. Un chapitre du *Trip Generation Handbook* est dédié aux sites ayant plus qu'une vocation, par exemple un centre avec des magasins et restaurants. Puisqu'il n'est pas réaliste d'additionner les déplacements générés pour chacun des services directement, le ITE propose une réduction des taux pour permettre de représenter les déplacements à motifs multiples. La plage de validité de la méthode de réduction proposée pour les développements à usages multiples est entre 9300 m² à 186 000 m². La méthode repose actuellement sur seulement quelques sources de données provenant toutes de la Floride. La collecte de données est encore une fois fortement recommandée (ITE, 2004).

2.2.4.1 Les critiques

Dès 1982, Reid soumet une critique appuyée d'une étude au sujet du *Trip Generation*. D'après ses études, les taux de génération du ITE sont plus élevés que les taux provenant de données d'enquêtes régionales et ce pour diverses raisons. Il est soupçonné que lors des enquêtes régionales, il y ait une sous déclaration des déplacements surtout pour les déplacements n'originant ni ne se destinant au domicile. Par contre Reid soutient que les données recueillies par le ITE seraient plutôt homogènes provenant de quartiers aisés de banlieue de faible densité, ce qui impliquerait un plus grand nombre de déplacements motorisés. De plus malgré la réputation de sous-déclaration de déplacements, les données d'enquêtes régionales se rapprochent souvent davantage des données de comptages routiers effectués dans divers milieux (Reid, 1982).

Depuis de nombreuses années, la méthode proposée par ITE continue à être remise en question et critiquée. De nombreux scientifiques ont tenté de développer des méthodologies d'ajustement des taux de déplacements ou d'appliquer une répartition modale sur le nombre de déplacements estimés par le *Trip Generation*.

Réduction des taux

Clifton et al. développent en 2011 une méthodologie de réduction des taux du ITE en fonction du type de voisinage en se basant sur des données de recensement et d'enquêtes sur les déplacements. Un modèle probabiliste de l'utilisation d'un véhicule personnel est construit à l'aide des variables de voisinage, des variables sociodémographiques et des caractéristiques des déplacements recueillis avec les deux types de données. Les variables de voisinage utilisées ici sont de type catégorie, par exemple centre-ville, centre-rapproché, couronne rapprochée, etc. Le modèle prédit alors une répartition modale simple, c'est-à-dire véhicule personnel et autres modes. Avec des données de comptages sur les établissements déjà réalisées en Californie, une validation a pu être faite. En attribuant chacun des établissements à une catégorie de voisinage définie précédemment, ils pouvaient ainsi comparer les résultats du modèle avec les données observées et ainsi proposer une réduction des taux de l'ITE. Globalement, le modèle prédit bien la répartition modale selon les données observées. Selon les contextes, il surestime parfois l'utilisation de la voiture, ce qui en fait un modèle plutôt conservateur selon les auteurs. La méthode n'est par contre pas assez développée et avancée afin qu'elle soit applicable à un milieu différent (Clifton, K. J., Currans, Cutter, & Schneider, 2012).

Répartition modale

Ensuite, Gulden et al. (2013) ont développé un modèle de génération de déplacements en présence de mixité du territoire (Mixed-Use Development Trip Generation model) qui reprend les taux du ITE, mais les répartit par mode selon la densité et la mixité des services (Gulden, Goates, & Ewing, 2013). Ewing et al. (2010) avaient développé, une méthodologie de réduction des taux du ITE qui est aussi utilisée dans ce modèle (Ewing, Reid et al., 2010).

Collecte de données

Clifton et al. (2012) reviennent avec une méthodologie de collecte de données au niveau des établissements générateurs afin de développer des taux de génération de déplacements multimodaux (Clifton, K., Currans, & Muhs, 2013).

Variabilité de transférabilité des taux

Une étude sur deux municipalités aux États-Unis a démontré que les taux de génération varient dans le temps et que les raisons de cette variation ne sont pas encore bien identifiées. De plus, des taux qui changent dans le temps peuvent avoir des impacts majeurs sur le résultats des modèles et de la planification des transports au niveau des nouveaux projets (Huntsinger, Rouphail, & Stone, 2013).

Critique générale

Tel que mentionné en introduction, Millard-Ball (2013) affirme que le *Trip Generation* surestime de 56% le nombre de déplacements en voiture, comparativement aux études régionales. Dans son article, il va même jusqu'à démontrer que la méthode n'est applicable en aucun cas aux États-Unis. Il utilise les comptages routiers, les enquêtes régionales sur les ménages et le *Trip Generation* pour comparer le nombre de déplacements obtenu des différentes sources de données pour une zone résidentielle et pour une zone commerciale. En comparant les données d'enquêtes régionales avec celles des comptages, il trouve que l'enquête sous-estime de 14% les kilomètres parcourus comparativement aux données de comptage. Par contre, les déplacements manquants peuvent facilement être expliqués par les déplacements non-effectués par les ménages, mais de façon commerciale (camion de marchandises, de livraison). La méthode de l'ITE quant à elle surestime, pour tous les types d'utilisation du sol testés, le nombre de déplacements en véhicule conducteur comparativement au nombre observé par l'enquête régionale. De plus, les enquêtes régionales

précédentes sont utilisées afin de faire cette analyse sur différentes années. Il est trouvé que la différence entre les résultats des enquêtes et de la méthode de l'ITE tend à augmenter avec les années. Il est tout de même difficile d'identifier les raisons précises de cette surestimation par l'ITE. L'auteur estime que les données recueillies dans le *Trip Generation* ne seraient pas représentatives de tous les nouveaux développements (Millard-Ball, 2013).

2.2.5 Autres modèles de génération de déplacements

En Californie, les promoteurs immobiliers doivent faire une étude d'impact, sous un programme nommé TIA (Traffic Impact Analysis). Ces promoteurs doivent compenser les impacts de leur développement soit en payant des taxes ou en assurant l'ajout de services ou d'infrastructures (Shafizadeh, Lee, Niemeier, Parker, & Handy, 2012). Un modèle de génération de déplacements représentatif devient alors essentiel pour bien évaluer quels seront les impacts des tels développements.

L'ITE est encore la méthode la plus utilisée aux États-Unis, bien que son effet de surestimation des déplacements en véhicule personnel soit bien connu et documenté. Les planificateurs de transports tentent parfois de développer d'autres méthodes, mais il n'y a pas eu d'uniformisation pour l'instant, ce qui fait que ces méthodes sont aussi controversées que la méthode du ITE (Shafizadeh et al., 2012).

Shafizadeh et al. (2012) ont recensé huit différentes méthodes existantes et en ont testées cinq. Les méthodes sont principalement des méthodologies d'ajustement des taux de l'ITE comme quelques-unes mentionnées précédemment. Quelques méthodes, quoique non applicables hors-contexte, diffèrent de la méthode de l'ITE. Par exemple, une méthode développée initialement pour l'Agence de Protection Environnementale des États-Unis (US EPA) est basée sur les enquêtes régionales sur les déplacements et catégorise les taux de déplacements par mode selon l'aménagement du territoire. Les variables d'entrées de ce modèle peuvent par contre être difficiles à obtenir, par exemple, le nombre d'emplois accessibles à l'intérieur de 30 minutes de transport en commun (Shafizadeh et al., 2012), (SANDAG, 2010).

La région de San Francisco a une méthode de génération de déplacements bien à elle. Il s'agit de l'attribution de taux de génération de déplacements par pied carré et par différent type d'utilisation du sol. La méthode permet d'estimer les déplacements par mode à l'aide des données de l'enquête

régionale. Les taux sont basés sur les taux de l'ITE, sur les enquêtes régionales et sur des rapports de comptage routier utilisés pour des analyses d'impacts dans le passé (Shafizadeh et al., 2012).

Une autre méthode nommée UK's TRICs (The Trip Rate Information Computer System) est utilisée depuis 1989 au Royaume-Uni. Il s'agit d'une base de données interactive comprenant des comptages routiers et des données d'enquêtes multimodales pour des mixités de territoire différentes. L'outil permet d'estimer la génération de déplacements par mode pour différents projets. Les données composant la base de données sont accessibles et ajoutées au fur et à mesure et celles plus vieilles que 10 ans sont retirées de la base de données. Similairement, en Nouvelle-Zélande, un modèle très similaire au UK's TRICs, existe et semble prendre en considération davantage encore l'aménagement du sol que la méthode précédente. Ces deux derniers modèles ne sont par contre utilisables que dans leur contexte propre (Shafizadeh et al., 2012).

Effectivement, l'importance du contexte métropolitain est capitale dans la planification du transport. Deux villes similaires ayant une composition semblable peuvent générer des comportements de mobilité très différents. En effet, en testant trois modèles de régression linéaire pour prédire des taux de déplacements, l'influence des variables explicatives s'est avérée différente entre Montréal et Toronto ainsi que dans le temps. Ces résultats renforcent l'idée que les taux de déplacements ne sont pas transférables entre villes ni dans le temps (Roorda, Morency, & Woo, 2008).

2.2.6 Les variables explicatives

Les variables explicatives font partie d'un des grands domaines d'intérêt dans la génération de déplacements. Selon Meyer et Miller (1984), les principales variables utilisées pour la génération de déplacements sont: le revenu du ménage, la motorisation, la taille du ménage, le nombre de travailleurs par ménage, la densité du quartier et la distance par rapport au centre-ville.

Les variables explicatives ne peuvent pas nécessairement toutes être utilisées pour décrire la mobilité. En effet, des variables explicatives corrélées entre elles peuvent amener des problèmes d'estimation et ces variables peuvent avoir un effet contradictoire sur la variable dépendante. De plus, si la régression est linéaire, l'hypothèse que les effets des variables explicatives sur la variable dépendante soient linéaires et additifs ne s'avère pas toujours vraie (Meyer & Miller, 1984).

La procédure séquentielle prend en considération les variables de taille, de revenu et autres caractéristiques sociodémographiques des ménages pour prévoir la demande en déplacements. La localisation, l'offre en transport et l'aménagement, ce qui traduit l'accessibilité des ménages à des services, ne sont pas prises en compte traditionnellement dans le modèle classique (Ewing, R., DeAnna, & Li, 1996), (McDonald & Stopher, 1983).

De nombreux types de variable ont été étudiés quant à leur effet sur le comportement de mobilité et ainsi la génération de déplacements. En voici quelques uns.

2.2.6.1 Caractéristiques des personnes

L'âge, le statut et la possession automobile sont les trois variables les plus significatives pour expliquer le taux de mobilité selon Supernak et al. (1983). Par contre, ces trois variables sont corrélées entre elles. En effet, un étudiant par exemple, se situe habituellement dans un groupe d'âge particulier étant de 5 à 25 ans et ne possède souvent pas de voiture. Un travailleur à temps plein aura davantage tendance à posséder une voiture.

2.2.6.2 La composition des ménages

Dans les années 1980, la situation sociale des ménages est étudiée quant à son effet sur l'influence dans le choix des activités et le comportement de mobilité. La composition des ménages, par exemple la présence d'enfants et leur âge, deviennent alors des variables prises en considération dans la génération de déplacements (Ortuzar & Willumsen, 2011).

D'autres variables explicatives sont aussi testées telles que le nombre de lignes téléphoniques, la possession du logis et le type d'habitation. Toutes ces variables sont jugées significatives, mais elles sont souvent des proxies d'autres variables comme le revenu ou la taille (Sun, Wilmot, & Kasturi, 1998).

2.2.6.3 Les variables de voisinage

Les variables de voisinage peuvent être définies de deux façons différentes. Premièrement, le voisinage d'un ménage peut être défini en fonction des caractéristiques du quartier dans lequel il habite. Le quartier en tant que tel dépend de la subdivision du territoire choisit et peut amener une problématique à cause de l'effet de la frontière. Deuxièmement, le voisinage d'un ménage peut être

défini en fonction des caractéristiques du territoire dans un rayon donné, 500 mètres par exemple (Martel-Poliquin, 2012).

En 1998, Sun et al. testent l'influence de certaines variables de voisinage, d'accessibilité, d'utilisation du sol et de caractéristiques démographiques des ménages dans la génération de déplacements à Portland. De plus, la densité de population et l'entropie, qui mesure la mixité du territoire selon la formule développée par Kockelman (1997), sont calculées afin de les inclure au modèle. Il s'avère que ces variables sont significatives pour le nombre de kilomètres parcourus en voiture, mais n'auraient aucun effet significatif sur le nombre de déplacements effectués par jour. Cette constatation avait en effet été explorée en 1996 par Ewing et al., qui avaient conclu que l'occupation du sol et l'accessibilité ont un rôle négligeable dans la génération de déplacements. Par contre, ces deux variables ont un impact significatif sur la possession automobile et celle-ci influence la génération de déplacements (Ewing, R. et al., 1996).

Gamas, Anderson et Pastor testent en 2006 la significativité de différents types de variable pour un modèle de génération de déplacements agrégé par zone. Ils trouvent que les variables ramenées en densité, par exemple, le revenu divisé par l'aire de la zone donnent un modèle plus performant que d'autres types de variables par exemple le revenu ou le logarithme du revenu (Gamas, Anderson, & Pastor, 2006).

2.2.6.4 Lien entre le type de ménage et le type de voisinage

Sun et al. (1998) tentent d'illustrer le lien existant entre le type de ménage et le type de voisinage choisi par celui-ci. Ils comparent le revenu des ménages avec la densité de population et l'entropie du territoire. L'entropie est une mesure de la mixité du territoire calculée à l'aide d'une formule développée en 1997 (Kockelman, 1997). Les conclusions sont que le revenu des ménages ne varie pas de façon significative entre les différents milieux ayant des densités de population et entropies différentes, mais que la possession automobile, elle varie en fonction des deux facteurs. De plus, les tailles de ménages ont tendance à être plus grandes sur un territoire de plus faible densité de population. Le ménage selon son type choisit donc son voisinage, ce qui influence son comportement de mobilité (Sun et al., 1998).

2.3 La répartition modale

Le choix modal est un élément complexe de la prévision des transports et sera seulement brièvement abordé dans ce mémoire. Effectivement, seuls les déplacements tous modes et les déplacements en transport collectif seront analysés.

Plusieurs variables influencent le choix modal. En effet, Ewing et Cervero (2010) dans une méta analyse qui consistait à déterminer l'élasticité des certaines variables de voisinage en relation avec l'utilisation de la marche et du transport collectif, ont identifié plusieurs variables importantes dans le choix modal. Particulièrement au niveau du transport collectif, les variables qui sont ressorties comme les plus influentes sont la distance d'accès au transport collectif et le design des rues, c'est-à-dire la densité d'intersection et le pourcentage d'intersection à quatre branches. Bien que les variables de densité d'emplois et de population ainsi que la mixité du territoire aient une influence moins directe sur l'utilisation du transport collectif, l'effet combiné de toutes les variables peut être considérable (Ewing, Reid & Cervero, 2010).

Les études restent partagées quant à l'effet des variables comme la densité de population et la mixité du territoire. D'après une revue de littérature effectuée en 2000, les effets de telles variables sur l'utilisation du transport collectif sont encore incertains. En effet, certaines études trouvent qu'elles ont une influence et d'autres trouvent que l'effet de ces variable est très faible (Badoe & Miller, 2000).

Plusieurs autres variables au niveau de la personne ou du ménage peuvent influencer le choix modal tels l'âge et le statut de la personne, le revenu et la possession automobile du ménage, ainsi que la présence d'enfants. Le revenu a souvent une influence sur le mode de transport utilisé. En effet, avec un plus grand revenu, il est plus probable que le ménage possède une ou des voitures ce qui augmente la probabilité que les personnes se déplacent en voiture au profit des transports actifs et collectifs. L'arrivée d'enfants dans le ménage amène souvent des déplacements supplémentaires souvent plus complexes. L'automobile devient alors plus pratique dans le cas où il faut déplacer plusieurs personnes avec souvent plusieurs arrêts à faire et plusieurs paquets à transporter (Martel-Poliquin, 2012).

Ces variables restent très corrélées entre elles. Effectivement, l'âge de la personne est généralement un indicateur de son statut et donc aussi de son niveau de revenu. L'âge a aussi une influence sur les activités de la personne et de son besoin en déplacements.

Plusieurs études ont démontré que la densité du voisinage dans lequel un ménage vit a un impact sur le mode choisi et la distance totale parcourue. En effet, le transport en commun et la marche sont des modes davantage utilisés en milieu de forte densité, et la possession automobile est plus grande en milieu de moins grande densité. Par contre, le nombre de déplacements ne varierait pas de façon significative entre deux milieux de densité différente. Il y a cependant des réserves à apporter sur ces études puisqu'elles utilisent des données agrégées et ne considèrent pas toujours d'autres variables influençant les déplacements par exemple, le revenu, la possession automobile et la mixité du voisinage (Steiner, 1994).

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA GÉNÉRATION DE DÉPLACEMENTS

Dans ce chapitre, il sera question des hypothèses qui ont été posées afin de développer une méthodologie de génération de déplacements. Cette méthodologie est expliquée en détails dans cette section. Les différentes sources de données et les façons de les traiter seront aussi des sujets dans ce chapitre.

3.1 Hypothèses formulées

Deux hypothèses sont faites pour que la génération de déplacements en fonction de propriétés résidentielles soit valable:

- il existe une corrélation entre le type de ménage et le type de logement habité;
- il existe une corrélation entre le type de ménage et le comportement de mobilité.

L'analyse descriptive faite au Chapitre 4 a été effectuée afin de pouvoir confirmer ou infirmer ces hypothèses. La Figure 3.1 propose un schéma qui illustre les relations entre les différentes variables étudiées et la décomposition en deux hypothèses pour attendre le résultat souhaité: le nombre de déplacements générés.

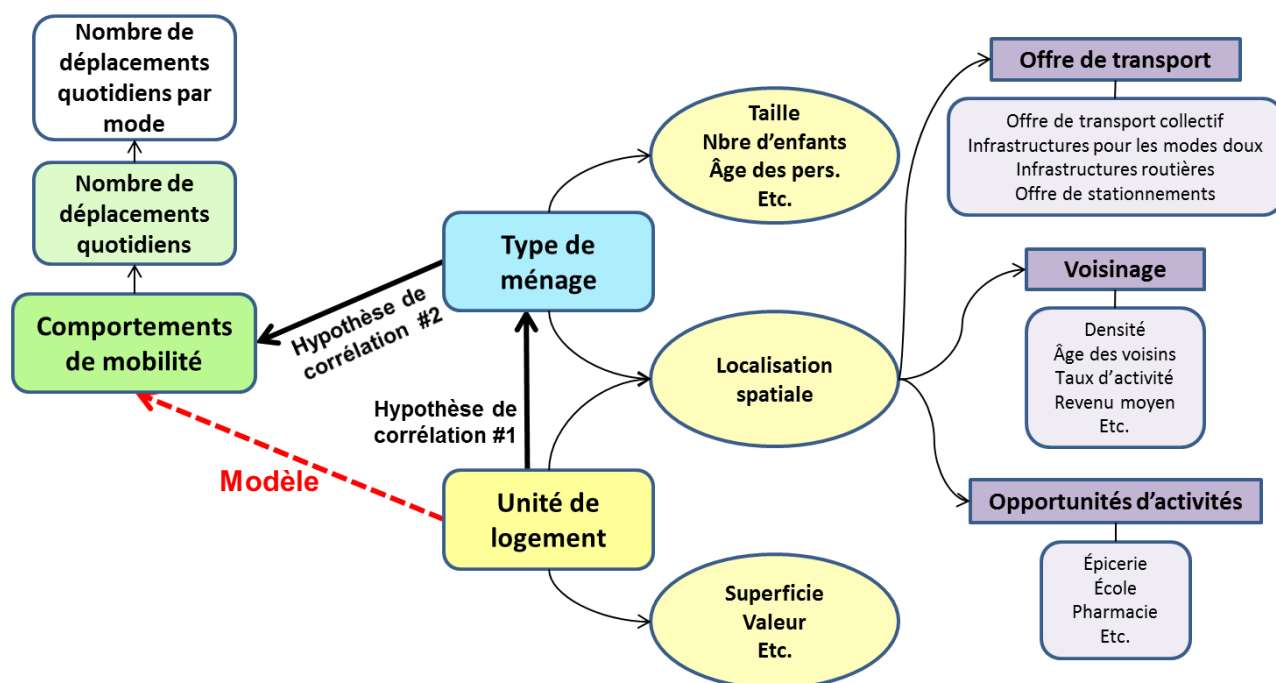


Figure 3.1 Schéma illustrant les hypothèses à confirmer

Avec les différentes bases de données, il sera possible de relier les propriétés des logements, les propriétés du voisinage et les propriétés des ménages ainsi que leurs déplacements associés.

3.2 Description des différentes bases de données

Pour arriver à caractériser le territoire, la population y vivant et leur comportement de mobilité, il est nécessaire d'exploiter les données de différentes sources.

3.2.1 Enquête Origine-Destination

Depuis 1970, les Enquêtes Origine-Destination de la grande région de Montréal fournissent une source précieuse d'information concernant les ménages et leur comportement de mobilité. Cette enquête, chapeautée depuis 1998 par l'Agence Métropolitaine de Transport (MADITUC, 1998), est utilisée ici pour recueillir les propriétés des ménages, les propriétés des personnes composant ces ménages et leurs indicateurs de mobilité.

Les données utilisées dans le cadre de cette recherche sont principalement les données de l'enquête Origine-Destination de 2008. La base de données comporte 354 915 enregistrements de déplacements ou de non-déplacements, 156 720 personnes et 66 124 ménages. Deux bases de données ont été nécessaires afin de faire les analyses, soit une base de données ménages et une base de données personnes. Différents filtrages des données ont été effectués, ceux-ci sont détaillés dans la section 3.4.2.

3.2.2 Recensement canadien

Le recensement canadien de Statistique Canada quant à lui, fournit plusieurs types d'information agrégés pour plusieurs types de divisions spatiales. En effet, le recensement divise le territoire de plusieurs façons notamment par secteur de recensement, par subdivision de recensement et par aire de diffusion (ADIDU), la plus petite division pour laquelle les données du recensement sont diffusées. Puisque les propriétés des logements par secteur sont des moyennes, plus le secteur de division est petit, plus la variabilité des propriétés logement est représentée sur le territoire. Pour obtenir une plus grande variabilité au niveau spatial, les aires de diffusion ont été choisies pour caractériser le voisinage et les unités de logement.

Les données des recensements de 2001, 2006 et 2011 ont été utilisées dans le cadre de cette recherche. Les variables visées étaient plus particulièrement la population, le nombre de ménages

et de logements et les attributs qui décrivent le voisinage telles la composition de la population, le taux de chômage et plusieurs autres. En 2011, seule la population a pu être obtenue au niveau étudié, c'est-à-dire au niveau de l'aire de diffusion.

3.2.3 Extrait du rôle foncier du Québec

Le rôle foncier du Québec fournit des informations précises sur les bâtiments tels la valeur, le nombre de logements et la superficie. Un extrait a été rendu disponible par le MTQ dans le cadre de cette recherche. Ces données permettront d'expérimenter le couplage entre ces données et les données de l'enquête Origine-Destination pour un secteur. Le secteur choisi, Mascouche, n'a pas été déterminé au hasard. Il a été sélectionné pour sa croissance démographique entre 2001 à 2006 et sa répartition équilibrée de toutes les tailles de ménages. Les résultats tirés de cet extrait de base de données seront expliqués plus en détails dans le Chapitre 6.

Le Tableau 3.1 regroupe l'information quant à la croissance démographique du quartier entre 2001 et 2011 ainsi que l'évolution de la répartition des ménages entre 2001 et 2006.

Tableau 3.1 Statistiques démographiques pour le secteur de Mascouche (source : Recensements 2001, 2006 et 2011, Statistiques Canada)

	2001	2006	2001-2006	2011	2006-2011
Population	29556	33764	14.2%	42491	25.8%
Ménages	9925	12080	21.7%		
Logements	9930	12045	21.3%		
%men1p	13%	16%	25.1%		
%men2p	29%	33%	12.2%		
%men3p	23%	21%	-8.2%		
%men4p+	35%	30%	-14.6%		

Les données obtenues contiennent les enregistrements des bâtiments contenant au moins un logement résidentiel pour le secteur de Mascouche en 2012. 19 785 bâtiments à caractère résidentiel sont présents dans la base de données ce qui représente 23 247 logements pour un secteur de 107 km². Par contre, des doublons ont été détectés dans la base de données. Après le filtre des doublons, 13 737 bâtiments et 16 327 logements sont restants. Le cheminement vers la base de données finale qui a été utilisée est présenté à la section 6.1.

3.3 Cheminement de la génération de déplacements

Pour arriver à faire un modèle de génération de déplacement avec comme variables explicatives les caractéristiques des unités de logement et de leur voisinage, plusieurs liens doivent être faits au préalable. En effet, voici à la Figure 3.2 un schéma illustrant les liens entre les variables et les différentes sources de données ainsi que le cheminement vers le modèle.

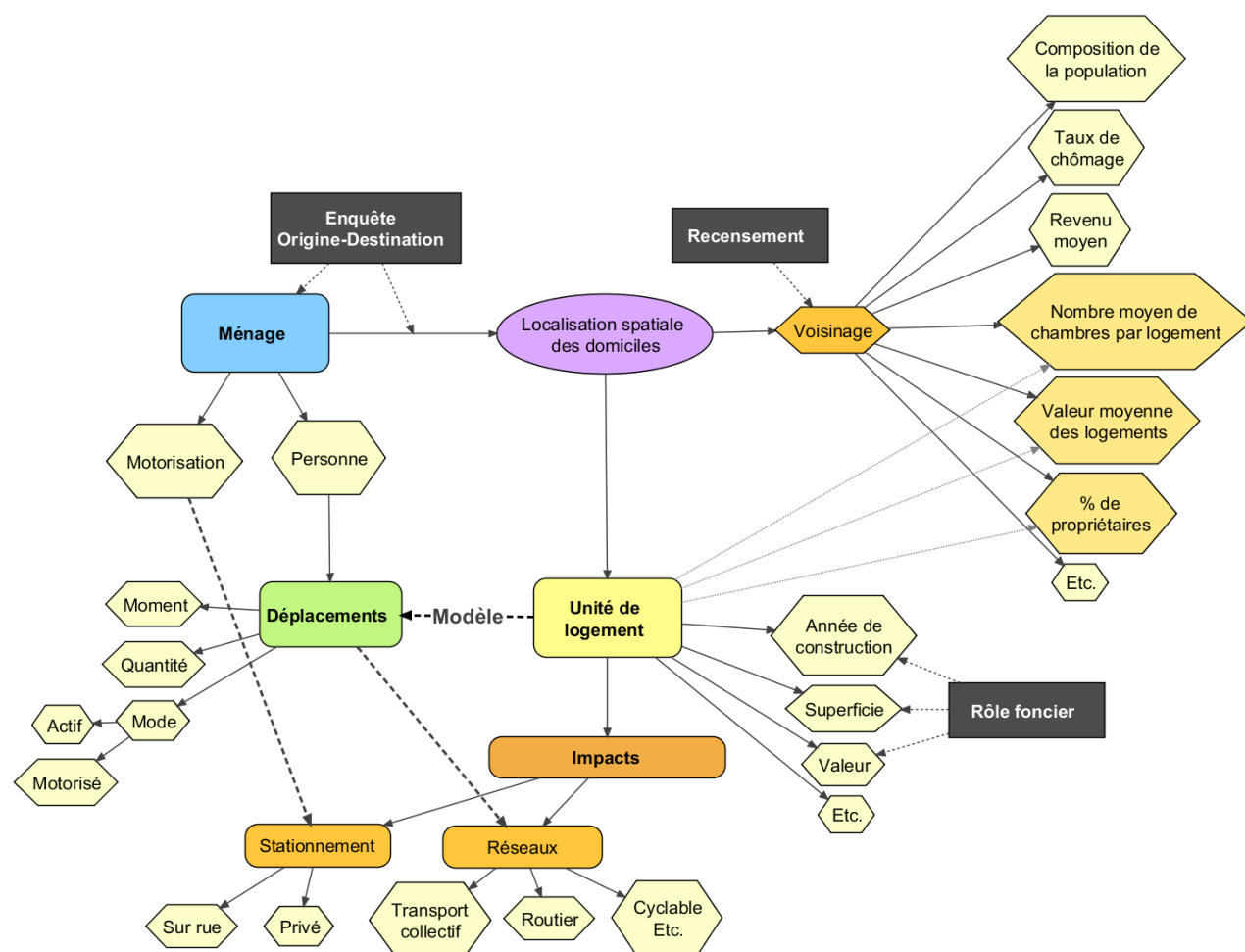


Figure 3.2 Cheminement vers la génération de déplacements

Puisque les données du rôle foncier ne sont disponibles que pour un quartier en particulier, le modèle a dû être élaboré avec seulement les données de recensement et les données d'enquête Origine-Destination. En couplant ces deux sources de données il est possible d'obtenir une certaine relation entre le type de ménage, son nombre de déplacements et le voisinage dans lequel il habite. Le voisinage revient ici à la division du recensement utilisée : l'aire de diffusion. Connaissant le lieu de domicile du ménage par l'enquête Origine-Destination, une aire de diffusion peut lui être attribuée. Des données moyennes de propriétés de logement peuvent aussi être reliées à chacun des

ménages, par exemple le nombre moyen de chambres par logement dans le voisinage du ménage. Puisque les propriétés de logement sont agrégées (moyennes par aire de diffusion), la relation entre le type de logement et le comportement de mobilité ne peut pas être directement observée de façon désagrégée avec les données disponibles.

Plusieurs approches de modélisation ont été imaginées. Premièrement, une approche agrégée par zone est développée. En effet, selon des variables explicatives, un nombre de déplacements peut être modélisé au niveau de la zone. Cette méthode reste très semblable à la méthode de l'ITE. Avec des variables explicatives variées, elle permet néanmoins plus facilement de s'adapter aux différents contextes que la méthode du *Trip Generation*.

Deuxièmement, la relation entre le type de ménage et le nombre de déplacements se fait très bien avec les données d'enquête Origine-Destination. Dans le recensement, la répartition des ménages par type (taille, famille) est une donnée disponible. Une stratégie de répartition des ménages par type est développée afin de poursuivre avec trois approches distinctes de génération de déplacements. Il faudra alors procéder en deux étapes: prévoir la répartition des ménages par type selon les caractéristiques du voisinage et les propriétés moyennes de logement pour ensuite prévoir un nombre de déplacements pour chacun de ces types de ménage.

Voici une description schématique de la méthode de l'ITE et des approches qui seront expérimentées dans ce mémoire.

3.3.1 Méthode de l'ITE

Le *Trip Generation* fournit plusieurs façons de déterminer un nombre de déplacements générés selon le type de construction. Le cas qui concerne le plus ce projet de recherche est celui qui prévoit un nombre de déplacements produits et attirés en fonction d'un nombre de logements. Cette méthode considère donc seulement les déplacements ayant comme extrémité le domicile. Voici le schéma représentant la méthode proposée par l'ITE à la Figure 3.3.

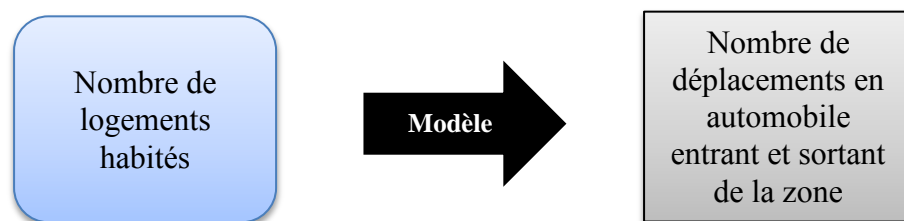


Figure 3.3 Schéma de la méthode de l'ITE

Les quatre approches testées pour la génération de déplacements sont :

- 1) La génération de déplacements agrégée par zone;
- 2) Après une répartition des ménages par type, génération de déplacements agrégée par zone mais par taille de ménage;
- 3) Après une répartition des ménages par type, génération de déplacements désagrégée au niveau de ménage;
- 4) Après une répartition des ménages par type, distribution du nombre de déplacements selon les distributions fréquentielles observées par type de ménage.

3.3.2 Répartition des ménages par type

En considérant l'hypothèse que le type de ménage est corrélé avec le type de logement et son voisinage, la répartition des ménages par type se base sur les propriétés moyennes du logement et du voisinage.

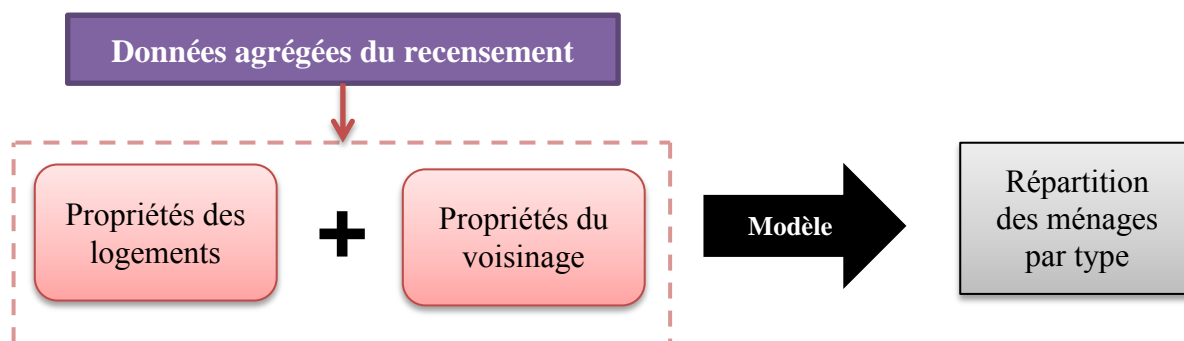


Figure 3.4 Répartition des ménages par type

3.3.3 Génération de déplacements agrégée par zone

La seule méthode qui ne requiert pas la répartition par type de ménage, la génération de déplacements par zone nécessite la combinaison des deux types de données: le recensement et l'enquête Origine-Destination. Il est à noter que cette méthode, contrairement au *Trip Generation*, considère tous les déplacements effectués par les résidents d'une zone, même ceux effectués en dehors de la zone.

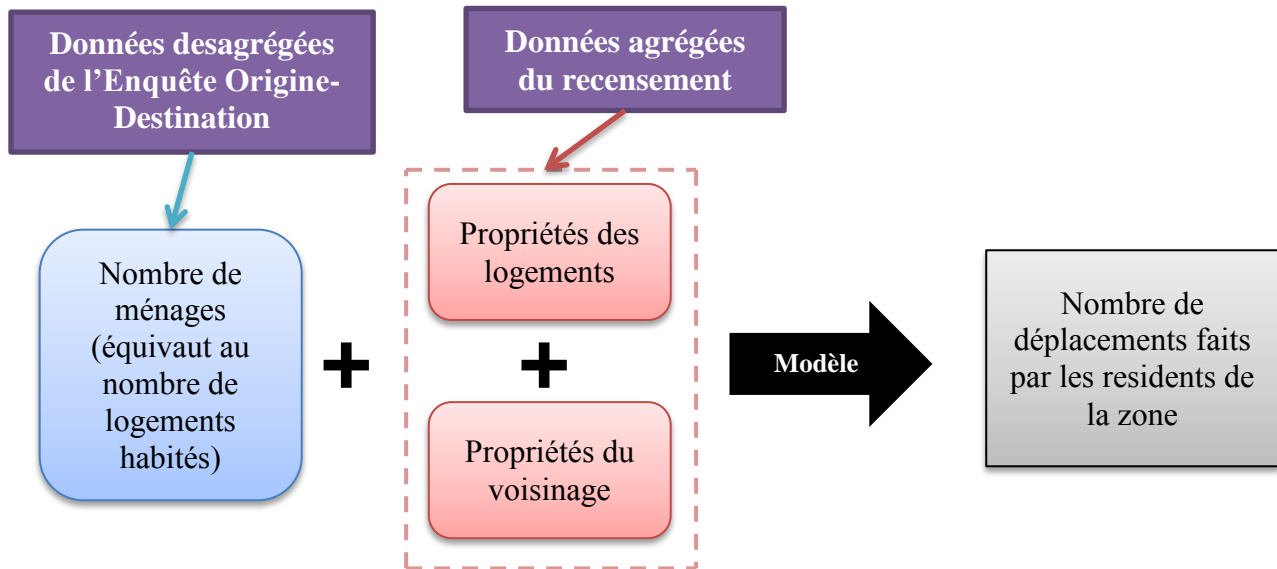


Figure 3.5 Génération de déplacements par zone

3.3.4 Génération de déplacements par type de ménage, agrégée par zone

Semblable à la méthode précédente, cette approche prévoit le nombre de déplacements par zone, mais par type de ménage. La répartition des ménages par type est utilisée pour déterminer le nombre de ménages par type. De la même façon que la méthode précédente, cette méthode considère tous les déplacements effectués par les résidents d'une zone, même ceux effectués en dehors de la zone.

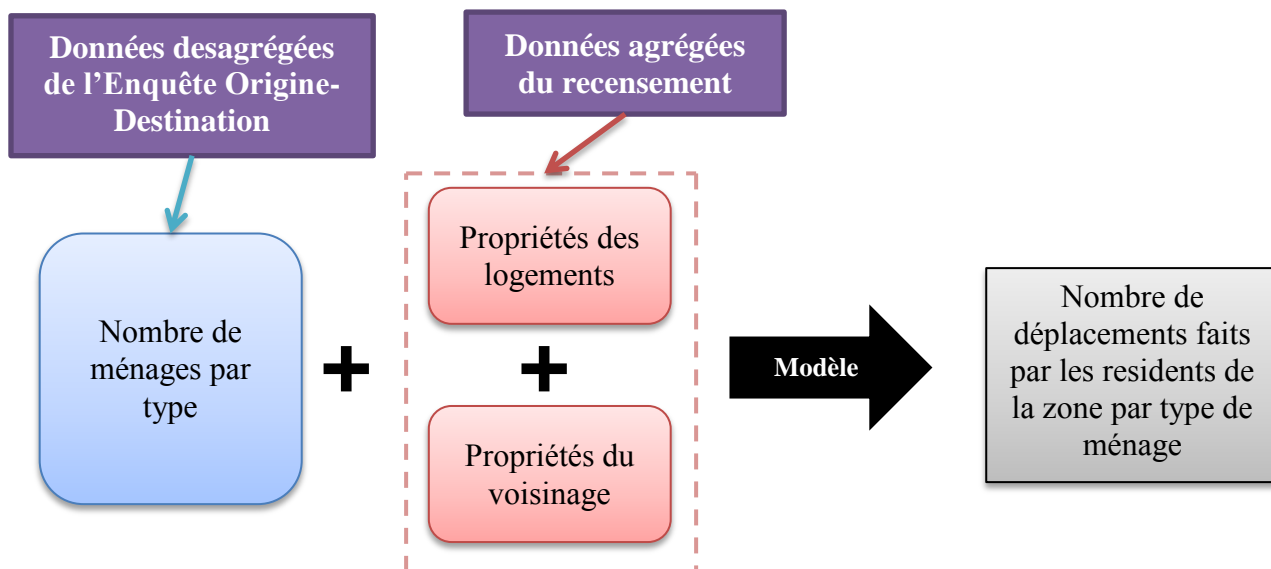


Figure 3.7 Génération de déplacements par zone et par type de ménage

3.3.5 Génération de déplacements par type de ménage, désagrégée par ménage

Un nombre de déplacements quotidiens est associé à chaque type de ménage.

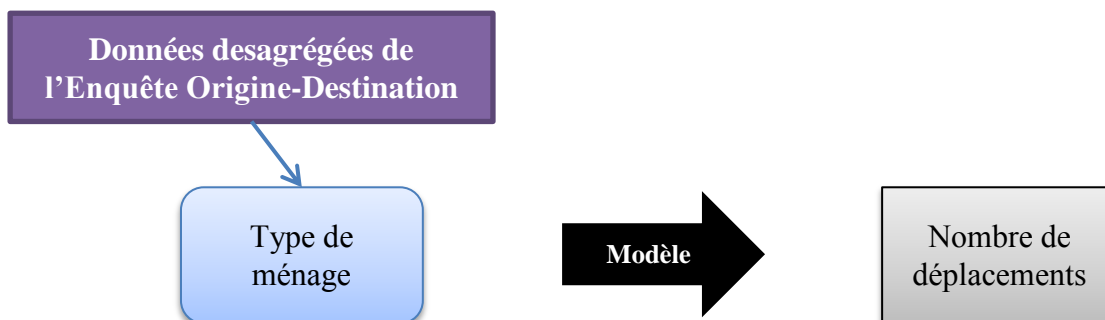


Figure 3.8 Génération de déplacements par type de ménage

3.3.6 Génération de déplacements par attribution aléatoire selon les probabilités

Cette approche consiste à distribuer le nombre de déplacements quotidiens selon leur fréquence et le type de ménage. Plusieurs distributions peuvent être étudiées en fonction de l'emplacement sur le territoire ou en fonction de variables explicatives par exemple. Cette méthode est en fait une attribution aléatoire d'un nombre de déplacements selon le type de ménage et selon la probabilité à obtenir ce nombre de déplacements. Elle s'appuie sur les distributions fréquentielles de déplacement observées dans l'enquête Origine-Destination 2008.

3.3.7 Les stratégies de répartition modale

Deux stratégies pour la répartition modale des déplacements générés ont été imaginées. Elles ne seront pas mis en œuvre complètement dans ce mémoire, mais elles seront tout de même abordées. En effet, pour se rapprocher de l'évaluation des impacts générés par un nouveau bâtiment, la répartition modale des déplacements générés est essentielle. Traditionnellement, la répartition modale se fait en troisième étape de la procédure séquentielle classique, c'est-à-dire après la génération de déplacements et après la distribution de ces déplacements. Elle peut par contre, comme il a été vu au Chapitre 2, se faire de façon imbriquée avec la génération de déplacements. Voici à la Figure 3.9 la première stratégie imaginée.

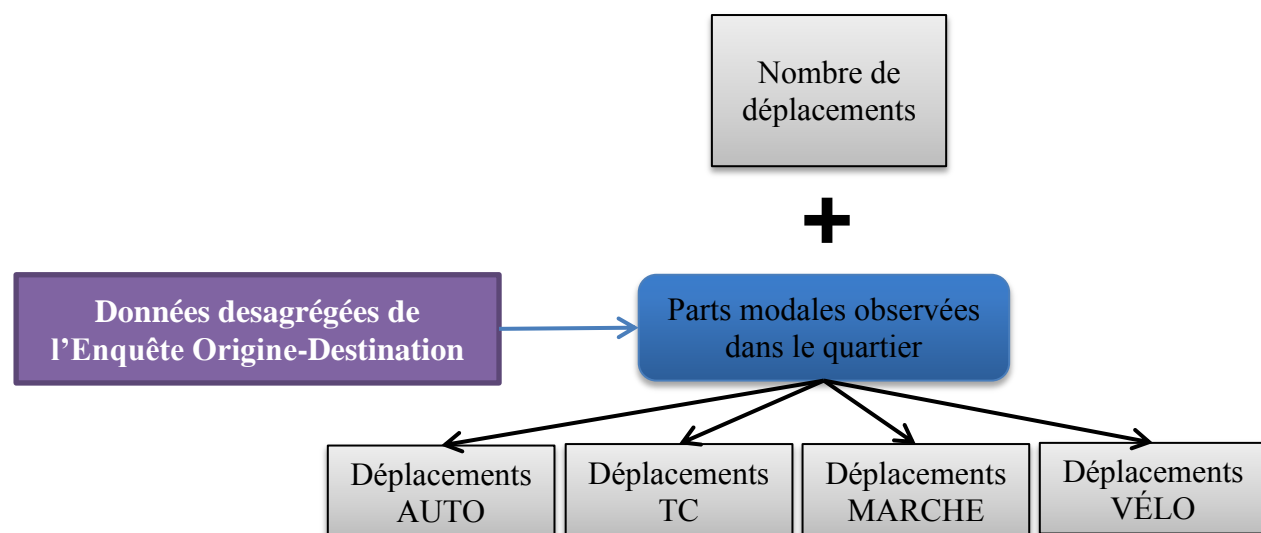


Figure 3.9 Première stratégie de répartition modale

La première stratégie consiste à répartir les déplacements par mode selon les parts modales observées dans le quartier. Cette méthode est simple, mais probablement pas très performante puisque les enquête Origine-Destination étant faites aux cinq ans, l'ajout de service de transport en commun par exemple entre deux enquêtes n'aurait aucun effet sur les parts modales utilisées. Voici à la Figure 3.10 la deuxième stratégie imaginée.

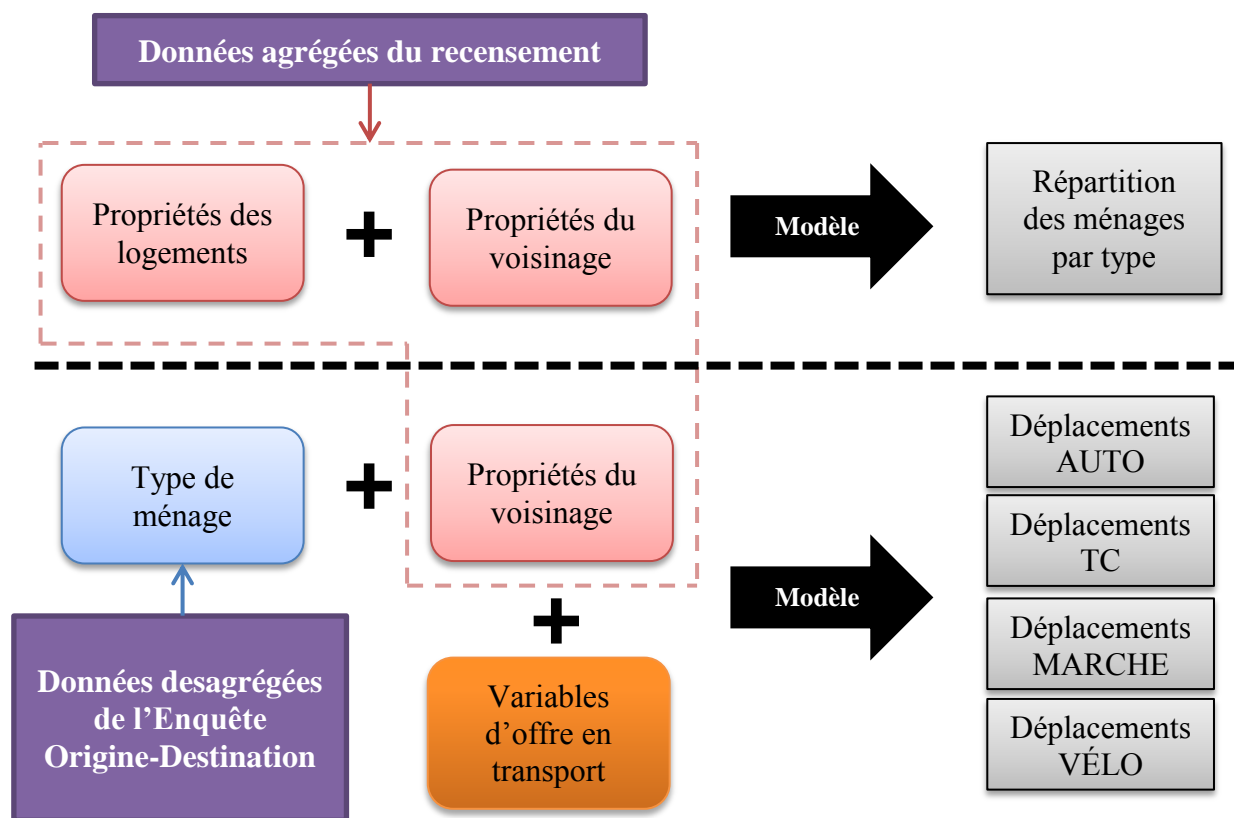


Figure 3.10 Deuxième stratégie de répartition modale

Cette stratégie nécessite l'ajout de variables d'offre de transport comme l'offre de transport en commun, la présence d'infrastructures pour les modes actifs et le niveau de présence des infrastructures routières. Le modèle de génération de déplacements ne fournirait alors plus un nombre de déplacements total, mais un nombre de déplacements par mode directement. Cette stratégie prend davantage en considération l'offre de transport qui varie, mais ces variables peuvent être plus difficiles à obtenir.

3.3.8 La sélection des variables

La sélection des variables pour le modèle est un aspect très important. La littérature fournit déjà de l'information quant aux variables habituellement utilisées pour la génération de déplacements, mais il y a moins d'information en ce qui a trait à la répartition des ménages par taille. L'analyse descriptive qui suit au Chapitre 4 orientera le choix des variables. Évidemment, plusieurs contraintes sont présentes dans le choix des variables. En effet, puisque la génération de déplacements dépend parfois de la répartition des ménages par type, certaines variables disponibles dans l'enquête Origine-Destination, mais non-disponibles dans le recensement doivent être

écartées. De plus, un aspect important à considérer est que lorsqu'un nouveau bâtiment est prévu, quelques variables sont connues alors que beaucoup d'autres ne le sont pas. Il sera important d'ajuster le modèle en fonction des variables connues de chacun des projets.

La sélection des variables nécessite une analyse de corrélation des variables explicatives entre elles. Effectivement, afin d'éviter d'inclure des effets indésirables dans le modèle, les variables explicatives sélectionnées doivent être indépendantes entre elles. Selon le choix méthodologique qui a été fait ici, pour que deux variables soient considérées indépendantes entre elle, le coefficient R doit être inférieur à 0,5.

Puisqu'une quantité considérable de variables sont disponibles, un choix intuitif dans la sélection des variables a été effectué. Les tableaux de corrélations utilisés pour choisir les variables présentes dans chacun des modèles sont disponibles en Annexe 1. De plus, le différentiel du chi-carré entre deux modèles et l'effet moyen des variables ont été des indicateurs utilisés pour déterminer si une variable apportait assez au modèle pour être conservée.

3.3.9 Types de modèles

Excel et le logiciel Stata ont été utilisés afin d'élaborer les modèles. Plusieurs modèles bien différents devaient être élaborés. Le modèle de répartition des ménages par type a la particularité d'avoir plusieurs variables dépendantes. En effet, c'est la répartition des ménages par type qui doit être prédite, donc un pourcentage attribué à chacun des types pour que le total donne 100%. Il n'y a pas beaucoup de modèles qui permettent de modéliser simultanément plusieurs variables dépendantes. La régression multivariée multiple (multivariate regression) a été choisie.

Pour les modèles de génération de déplacements, la régression linéaire a principalement été utilisée.

3.4 Préparation des bases de données

Les bases de données suivantes ont été utilisées afin de faire les analyses descriptives pour sélectionner les variables du modèle et enfin d'élaborer les modèles.

3.4.1 Base de données ADIDU

Pour la répartition des types de ménage en fonction du voisinage et des propriétés du logement, une base de données des aires de diffusion (ADIDU) a été construite à l'aide des données de recensement 2006. Cette base de données regroupe des attributs des ADIDU présentes sur le territoire de l'enquête Origine-Destination 2008 (voir Figure 3.11).

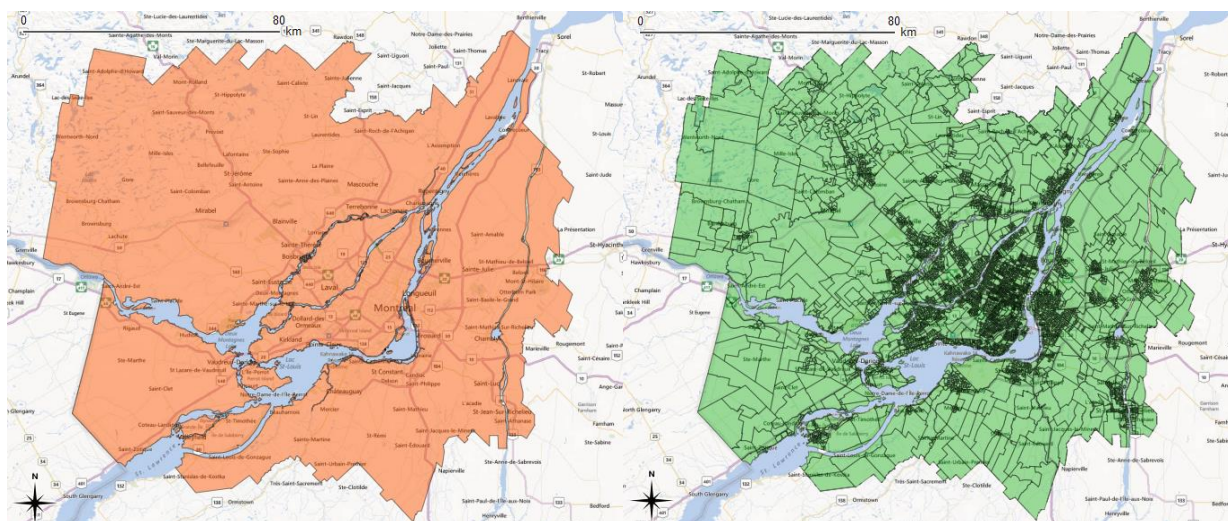


Figure 3.11 Territoire de l'enquête Origine-Destination 2008 et division par ADIDU

Par contre, certaines ADIDU avaient des valeurs manquantes pour certaines variables utilisées. Effectivement, une des exigences de l'ADIDU est d'être composée de 400 à 700 personnes. En dehors de cette plage et surtout en dessous de 400 personnes, il se peut que l'ADIDU existe tout de même sans avoir de données pour toutes les variables (Statistique Canada, 2012). Voilà ce qui explique le manque de données pour certaines ADIDU. Ces ADIDU incomplètes ont été enlevées de la base de données. Le nombre d'ADIDU passe alors de 6683 à 6571 afin que toutes les variables désirées soient présentes. Dans cette base de données se retrouvent la composition de la population et des ménages, des variables de voisinage tels le revenu moyen ou le taux d'emploi et des propriétés moyennes de logement. De plus, en couplant avec l'enquête Origine-Destination, il est possible de dériver le nombre de déplacements effectués par les résidents de chacune des ADIDU. Par contre, 2% des ADIDU sont associés avec aucun déplacement et 5% avec moins de 300 déplacements.

3.4.2 Base de données ménages

Pour la génération de déplacements, une base de données ménages est nécessaire. Les attributs des ménages sont alors extraits de l'enquête Origine-Destination 2008. Pour avoir de l'information sur le voisinage des domiciles des ménages, les données de recensement 2006 sont couplées avec la base de données ménages en fonction des lieux de domicile. Dans cette base de données se retrouvent les propriétés des ménages et des personnes les composant, incluant des indicateurs de mobilité et des propriétés du voisinage comprenant des caractéristiques moyennes de logement.

Lors du couplage des données provenant des deux sources, certains ménages (quatre) n'étaient associés à aucune aire de diffusion (ADIDU). Aussi, puisque certaines ADIDU avaient des données manquantes pour certaines variables, les ménages associés à ces ADIDU ont dû être écartés. D'autres choix méthodologiques auraient pu être faits mais l'exclusion de ces données ne devrait pas avoir d'incidence sur l'estimation des modèles.

Un aspect important concernant le couplage du recensement et de l'enquête Origine-Destination mérite d'être mentionné. En effet, l'enquête Origine-Destination est pondérée avec le recensement, mais à une échelle beaucoup plus grande que les aires de diffusion. Le nombre de ménages pondéré provenant de l'enquête Origine-Destination ne correspond pas exactement au nombre de ménages provenant du recensement pour chacune des aires de diffusion. Le nombre de déplacements qui dépend du nombre de ménages est donc aussi mal évalué. Cette particularité amènera probablement des erreurs lors de l'analyse croisée du nombre de déplacements en fonction de variables de voisinage, la densité de population par exemple ou le taux d'emploi. Aussi, le nombre d'ADIDU ne comportant pas certaines tailles de ménages diffère entre les données recensées et les données échantillonnées par l'enquête Origine-Destination. En effet, de grandes différences peuvent être observées au Tableau 3.2.

Tableau 3.2 Nombre d'ADIDU sans ménage selon l'enquête O-D 2008 et le recensement 2006

	Enquête OD 2008		Recensement 2006	
Nb ADIDU Vide	70	1.0%	68	1.0%
Nb ADIDU sans men1p	1446	20.3%	79	1.1%
Nb ADIDU sans men2p	471	6.6%	70	1.0%
Nb ADIDU sans men3p	1871	26.2%	72	1.0%
Nb ADIDU sans men4p+	1618	22.7%	78	1.1%
Total ADIDU sur le territoire OD 2008	7132			

Bien que les différences soient grandes entre les deux types de données, elles ne viendront pas affecter la répartition des ménages par taille, puisque le modèle utilise les données de recensement seulement. Pour la génération de déplacements par zone, il faudra faire attention de ne considérer que les ADIDU comportant au moins un ménage de type souhaité afin de procéder à la modélisation et aux analyses.

3.4.2.1 Propriétés des ménages et des personnes les composant

Certaines variables se sont avérées significatives dans la prédiction de la mobilité d'après la littérature, par exemple, la taille du ménage, sa composition, la présence ou non d'enfants, et la motorisation. Puisque la motorisation ne se trouve pas dans le recensement, il est impossible de répartir les ménages par possession automobile. La variable est alors inutilisable dans le cadre de ce modèle. Le revenu qui a prouvé avoir une influence sur la mobilité sera extrait des données de recensement via le revenu moyen du voisinage.

3.4.2.2 Propriétés moyennes des unités de logement et du voisinage

Dans l'enquête Origine-Destination 2008, il n'y a pas d'information quant au type d'habitation occupé par le ménage enquêté. Avec les coordonnées du logis du ménage, il est possible de le lier à l'aire de diffusion (ADIDU) du recensement 2006 pour accéder à des moyennes de caractéristiques de logement pour chacun des secteurs. Le nombre moyen de chambres, la répartition par année de construction et par type de logement sont des exemples de données disponibles.

3.4.2.3 Variables de l'offre en transport

Il est attendu que l'offre en transport n'influence pas le nombre de déplacements total, mais ait une influence importante sur la répartition modale des déplacements. Effectivement, l'influence sur la mobilité de variables relatives à l'offre de transport en commun sera analysée.

L'offre de transport en commun

Selon le lieu de domicile du ménage, la distance par rapport à la station de train et de métro la plus proche est calculée grâce aux données GTFS (General Transit Feed Specification) des sociétés de transport.

Les passages-arrêts pour 24 h sont aussi recueillis à l'aide des données GTFS, mais cette fois-ci, le travail de Martel-Poliquin (2012) a été repris. Les GTFS utilisés pour le calcul des passages-arrêts sont ceux de 2011.

Pour arriver à comptabiliser les passages-arrêts 24h dans une zone de 500 m et 1000 m autour de chacun des domiciles, un traitement spatial de la base de données ménages a été effectué. En effet, avec un logiciel de SIG, des zones tampons sont ajoutées autour des domiciles. Puis, une requête de localisation intersection *one to many* a permis de déterminer pour chaque zone tampon, les arrêts qui y sont présents. La somme des passages-arrêts permet d'obtenir la variable passages-arrêts 24h.

3.4.2.4 Indicateurs de mobilité

Le nombre de déplacements par personne, par ménage, par adulte, par homme et par femme sont des types d'indicateurs de mobilité intéressants pour cette étude. Il a fallu faire attention au facteur de pondération dans les analyses. En effet, la plupart des analyses sont faites au niveau du ménage, mais quelques analyses portent sur la personne. Le facteur de pondération adéquat a dû être utilisé pour les différentes situations.

3.5 Résumé

Le nombre de déplacements ne peut pas être estimé directement des propriétés de logement, à cause du contenu limité des données disponibles, soit l'enquête Origine-Destination et le recensement. Deux sources de données sont utilisées dans le cadre de la modélisation : une base de données ADIDU (aires de diffusion) et une base de données ménages. Plusieurs modèles sont testés afin d'évaluer la demande en déplacements générées par une nouvelle construction résidentielle. Tout d'abord, un modèle agrégé par zone prédisant un nombre de déplacements par les résidents de la zone est développé. Puis, avec un modèle de répartition des ménages par type selon le voisinage et les propriétés moyenne de logement, des modèles de génération de déplacements par taille de ménage sont testés. Deux stratégies de répartition modale ont été proposées.

CHAPITRE 4 ANALYSE DESCRIPTIVE

L'analyse descriptive qui suit a comme mandat de confirmer les deux hypothèses énoncées au Chapitre 3 qui sont : 1) il existe une corrélation entre le type de ménage et le type de logement habité et 2) il existe une corrélation entre le type de ménage et les comportements de mobilité. L'emplacement du domicile et donc les caractéristiques du voisinage seront aussi analysés pour valider s'ils ont une influence sur les comportements de mobilité.

De plus, l'analyse descriptive fera ressortir les variables les plus importantes à utiliser dans les différents modèles.

4.1 Nombre de déplacements par logement

L'ITE propose un nombre de déplacements ayant comme extrémité le domicile en fonction du nombre d'unités de logement et du type de construction (maison unifamiliale, condominium, etc.), mais sans considérer l'emplacement du projet. L'analyse qui suit vient renforcer le fait que la méthode n'est pas appropriée pour le contexte montréalais. Les analyses portent sur le nombre de déplacements par ménage et donc par logement habité pour les années 2003 et 2008.

Il est à noter que, l'analyse porte sur tous les déplacements des ménages, mêmes ceux n'ayant pas comme extrémité le domicile. 91% des déplacements des ménages sont basés au domicile en 2008.

L'évolution des taux de déplacements sera observée, ainsi que la variabilité de ces taux sur l'ensemble du territoire. Le Tableau 4.1 informe quant au nombre d'aires de diffusion présent dans chacune des analyses. En effet, le territoire des enquête-Origin-Destination varie de 2003 à 2008 et certaines ADIDU ne contiennent aucun ménage échantillonné ou aucun ménage d'une certaine taille.

Tableau 4.1 Nombre d'ADIDU où il y présence d'au moins un ménage échantillonné

	Tous men	men1p	men2p	men3p	men4p
Nbre ADIDU 2003	6015	4737	5570	4460	4628
Nbre ADIDU 2008	6470	5199	6092	4812	5062

4.1.1 Taux de déplacements des ménages en 2003

Voici, à la Figure 4.1, la distribution fréquentielle des taux de déplacements par ménage, en 2003. Ces taux sont les moyennes par aire de diffusion. Le graphique présente donc le pourcentage d'aires de diffusion qui ont un certain taux moyen de déplacements par ménage en 2003.

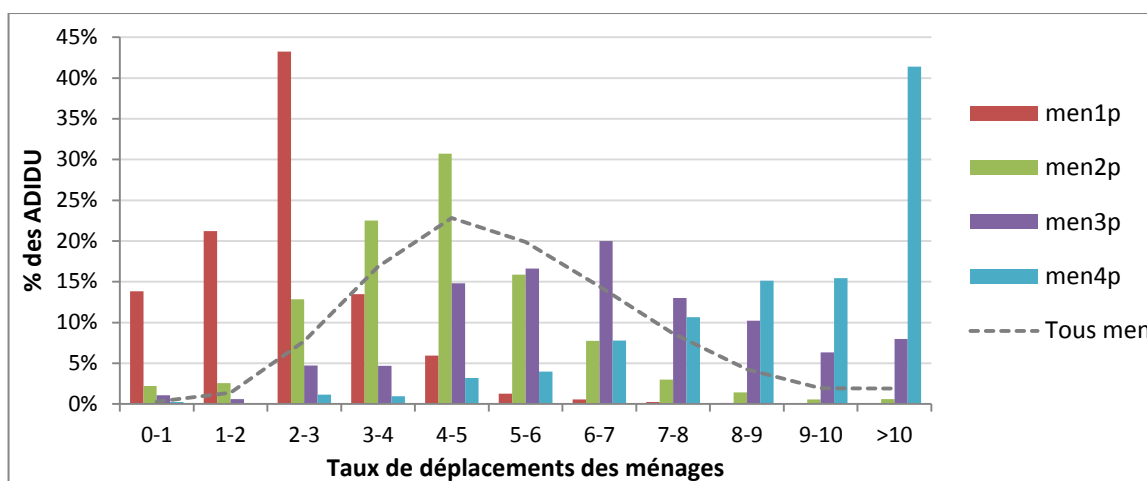


Figure 4.1 Fréquence des ADIDU selon le taux de déplacements des ménages en 2003

Les taux de déplacements varient d'une aire de diffusion à une autre, même à taille de ménage égale. Aussi, plus la taille du ménage augmente, plus la distribution des taux de déplacements est étendue.

Voici une spatialisation des taux de déplacements globaux à la Figure 4.2 et par taille de ménage aux Figure 4.7, Figure 4.8, Figure 4.9 et Figure 4.10. Les zones où il n'y a pas de donnée disponible sont celles pour lesquelles il n'y a aucun ménage de la taille étudiée dans l'échantillon d'Enquête Origine-Destination 2003.

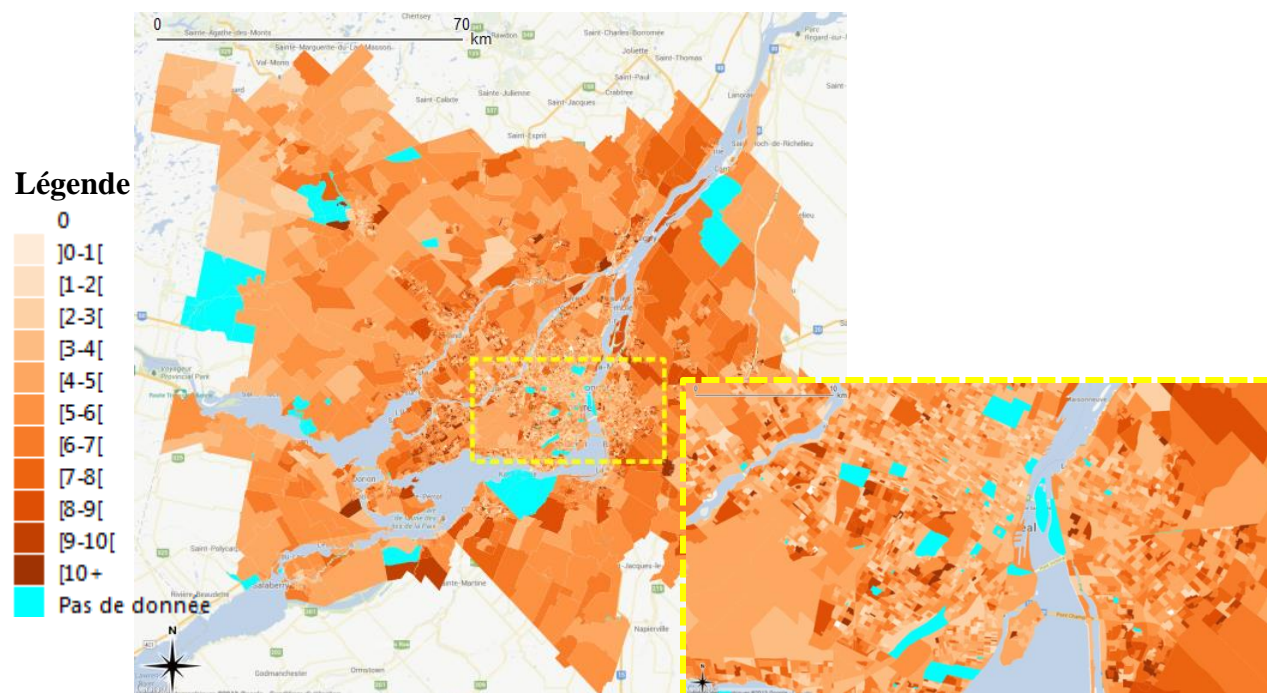


Figure 4.2 Spatialisation des taux de déplacements des ménages au niveau de l'ADIDU en 2003

Les taux de déplacements varient sur le territoire. Par contre, il ne semble pas y avoir de tendances spécifiques de variation des taux sur le territoire. La distance par rapport au centre-ville semble avoir une légère influence sur les taux, mais n'explique pas à elle seule la variation des taux de mobilité. En effet, les taux près du centre-ville sont généralement plus faibles et légèrement plus élevés en couronnes.

La Figure 4.3 confirme les observations qui ont été faites spatialement. Pour toutes tailles de ménages confondues, la distance par rapport au centre-ville influence les taux moyen de déplacements. Par contre, ces taux sont plutôt stables pour une même taille de ménage malgré l'éloignement du centre-ville. La présence de plus de ménages à faible taille près du centre-ville, explique en partie le fait que les taux moyens de déplacements près du centre-ville sont plus faibles comparativement aux taux moyens pour une distance de 15 km et plus du centre-ville.

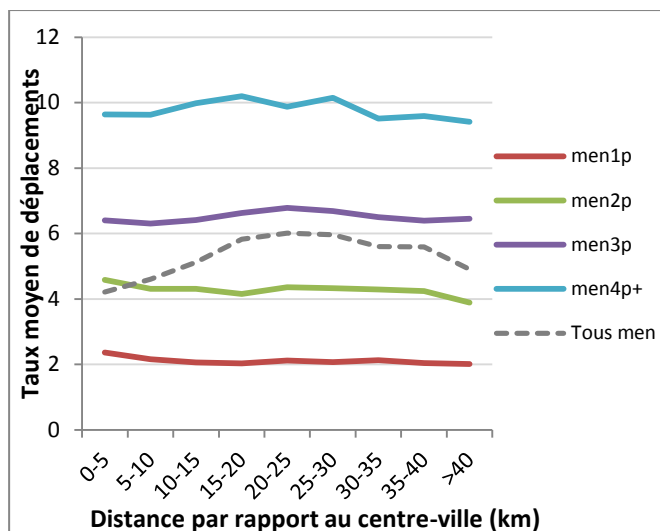


Figure 4.3 Taux moyen de déplacements en fonction de la distance par rapport au centre-ville en 2003

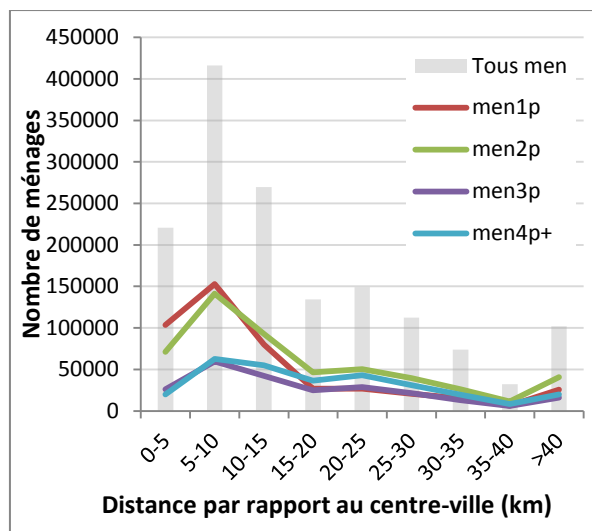


Figure 4.4 Nombre de ménages selon la distance par rapport au centre-ville en 2003

Le coefficient d'autocorrélation ou l'indice I de Moran renseigne sur l'importance de la différence entre des divisions spatiales pour une propriété choisie. L'indice de Moran est compris entre -1 et 1, -1 étant une dispersion parfaite et 1 étant une corrélation parfaite. Un indice de 0 représente une dispersion aléatoire (Caloz & Collet, 2011). Lorsque l'indice est appliqué de façon locale, la corrélation est mesurée à l'aide des voisins immédiats de chacune des divisions. Lorsque plusieurs divisions ont un indice semblable, il est possible de faire des regroupements (clusters).

Pour vérifier s'il y a corrélation spatiale entre différentes ADIDU, l'indice local de Moran est calculé pour chacune d'elles. Effectivement, en calculant un indice de Moran pour chacune des ADIDU, des regroupements d'ADIDU corrélées entre elles au niveau des taux de déplacements peuvent être observés de façon spatiale. Les regroupements sont visibles sur la Figure 4.5. En couronne, il y a deux types de regroupements : les faiblement corrélés (I de 0 à 0.05) et les faiblement dispersés (I de -0.05 à 0). Au centre-ville, deux autres regroupements sont présents, les corrélés (I de 0.1 à 0.6) et les dispersés (-0.6 à -0.1).

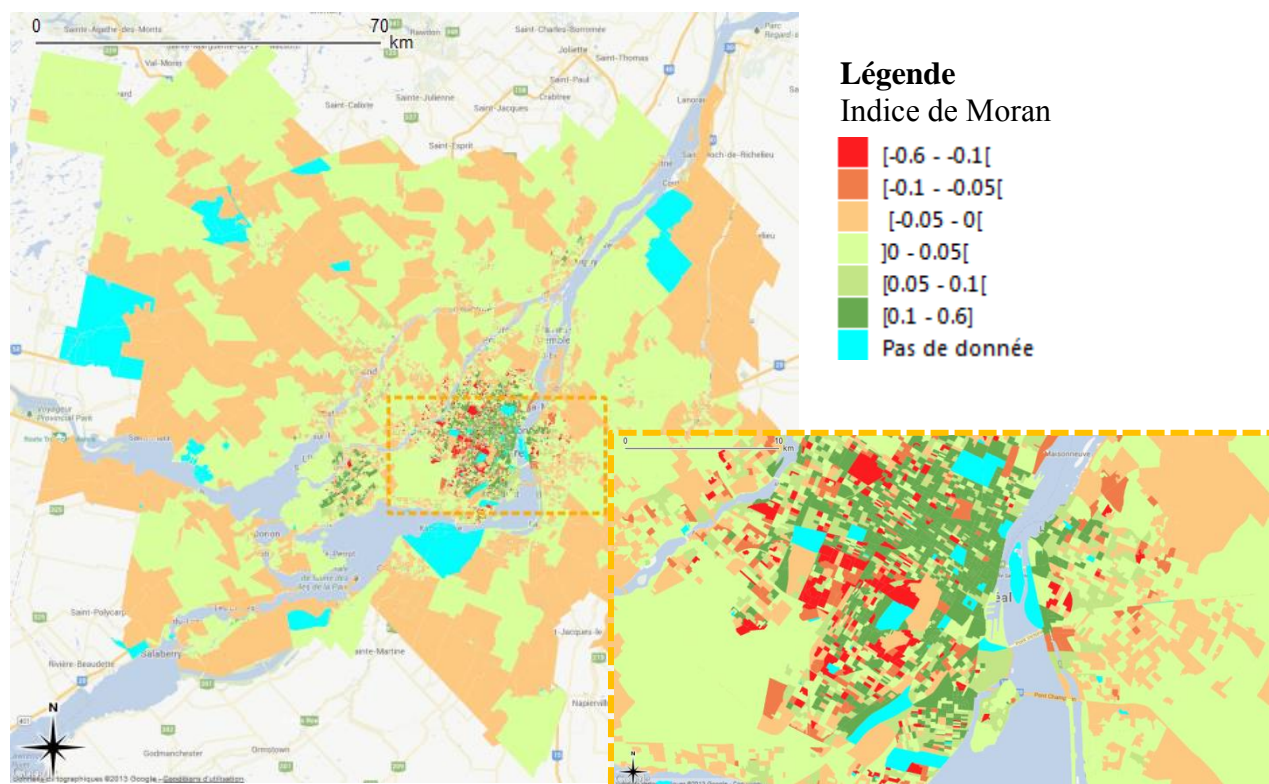


Figure 4.5 Analyse de la corrélation spatiale des taux de déplacements des ménages à l'aide de l'indice local de Moran en 2003

À la Figure 4.6, l'indice local de Moran est présenté en fonction de la distance par rapport au centre-ville. Cette figure permet d'observer que près du centre-ville, il y a davantage de regroupements corrélés ou dispersés que loin du centre-ville. Effectivement, à 30 km et plus du centre-ville, les taux de déplacements semblent plutôt être aléatoirement dispersés.

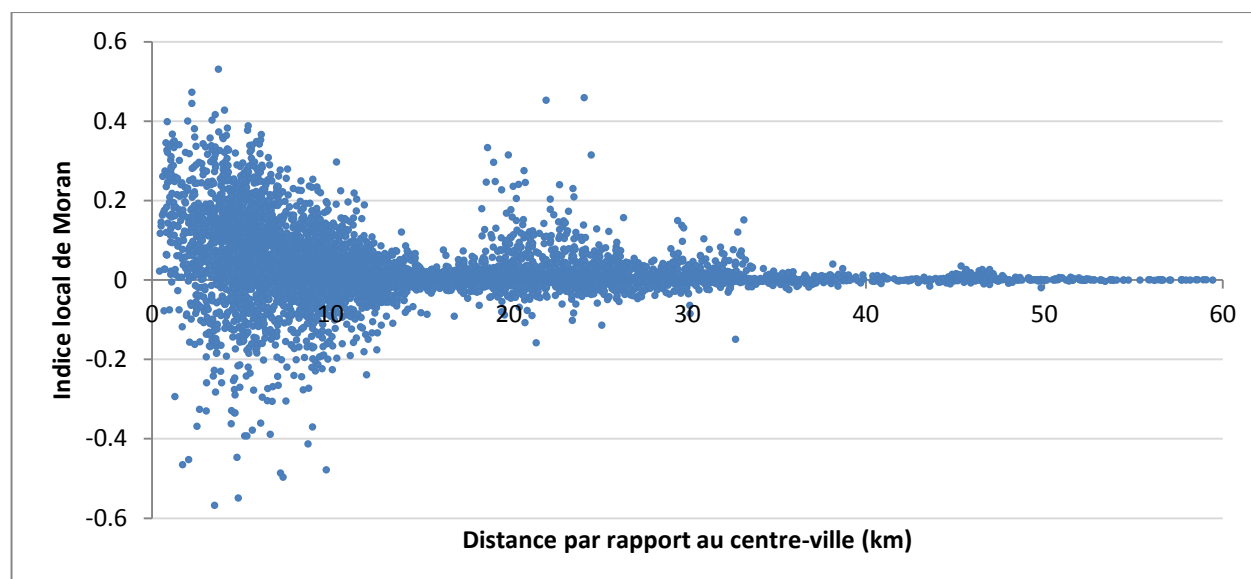
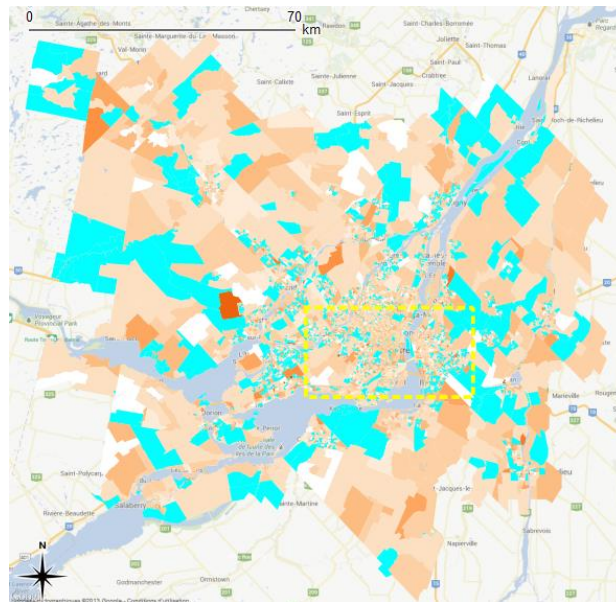
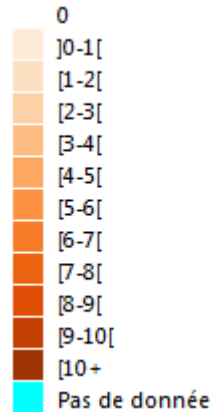


Figure 4.6 Indice local de Moran 2003 en fonction de la distance par rapport au centre-ville

Les taux de déplacements par taille de ménages sont aussi spatialisés aux Figure 4.7 à Figure 4.10. Encore une fois, pour toutes les tailles de ménages, la variation des taux est présente, mais elle semble moins marquée que pour tous les ménages confondus. Effectivement, pour les ménages à quatre personnes et plus par exemple, les taux de mobilité varient majoritairement entre 8 et 10 déplacements et plus, tandis que la variation pour tous les ménages est de 0 à 10 déplacements et plus.

Ménages d'une
personne

Légende



Ménages de deux
personnes

Légende

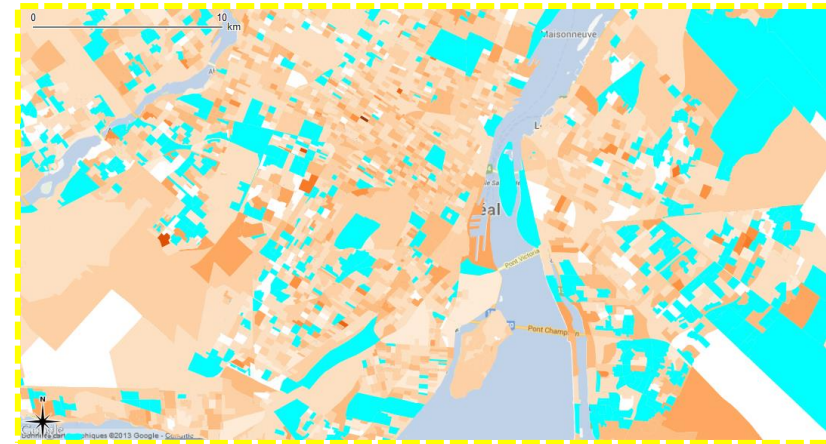
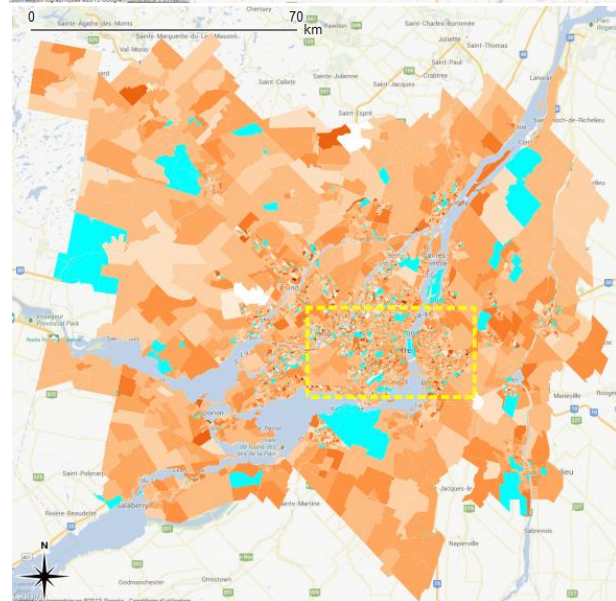
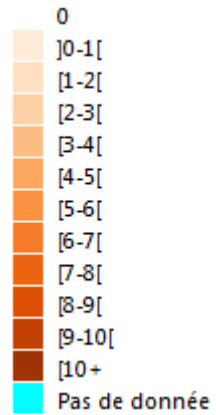


Figure 4.7 Taux de déplacements des ménages à une personne en 2003

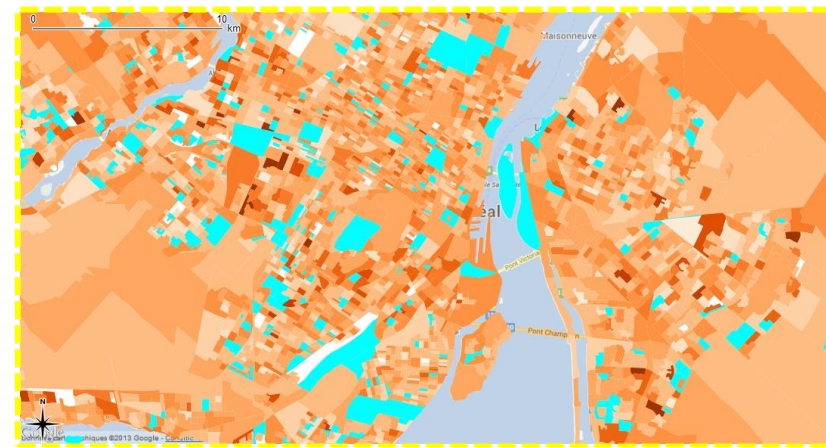
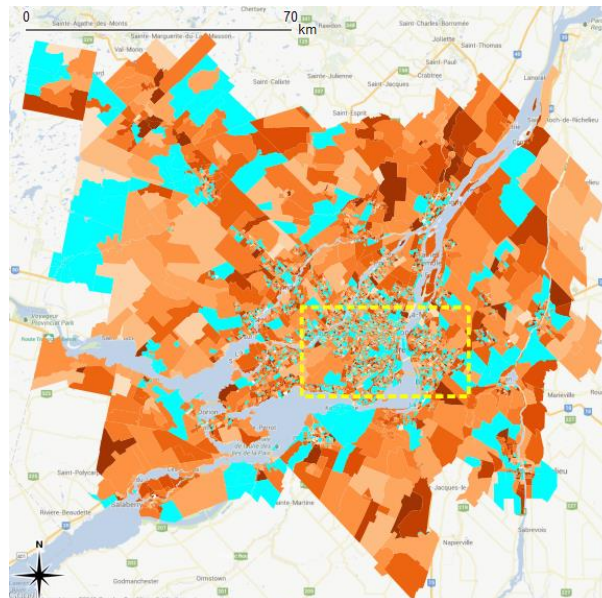
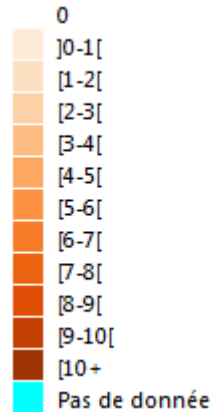


Figure 4.8 Taux de déplacements des ménages à deux personnes en 2003

Ménages de trois personnes

Légende



Ménages de quatre personnes et plus

Légende

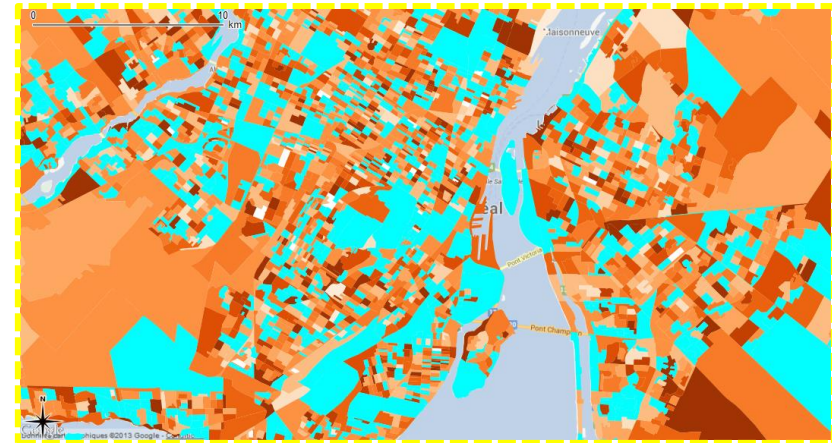
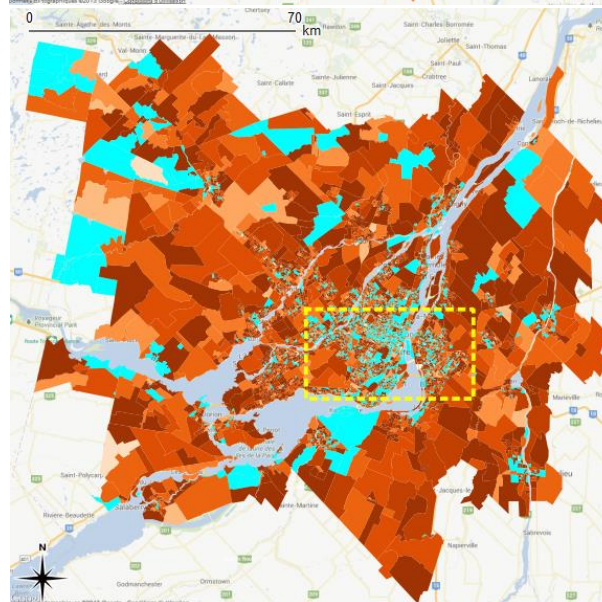
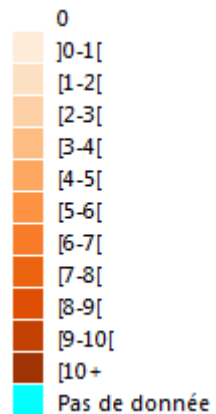


Figure 4.9 Taux de déplacements des ménages à trois personnes en 2003

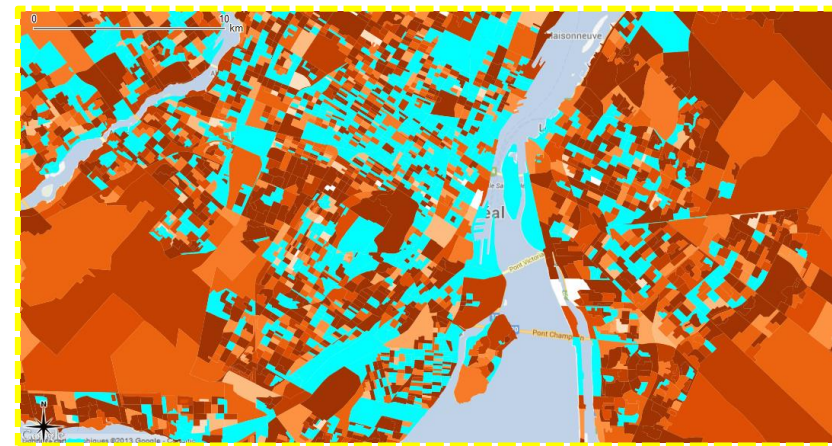


Figure 4.10 Taux de déplacements des ménages à quatre personnes et plus en 2003

4.1.2 Taux de déplacements des ménages en 2008

Le même exercice est fait avec les données de 2008 afin de comparer s'il y a eu une évolution dans les distributions des taux de déplacements avec les années. Voici la distribution fréquentielle des taux de déplacements par ménage, en 2008 à la Figure 4.11.

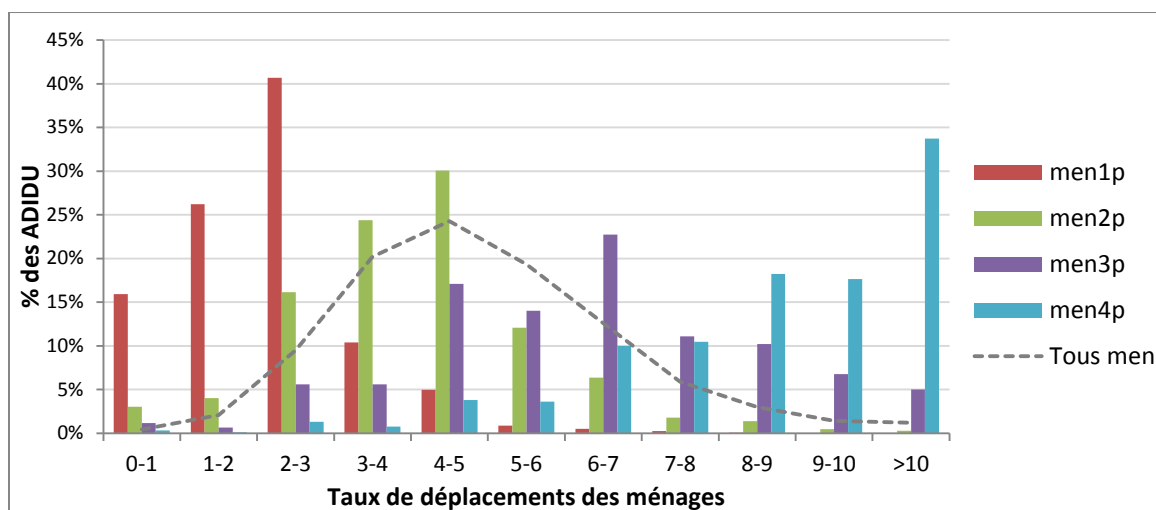


Figure 4.11 Fréquence des ADIDU selon le taux de déplacements des ménages en 2008

Les taux de déplacements des ménages sont spatialisés cette fois-ci sur le territoire de l'enquête Origine-Destination 2008 à la

Figure 4.12. Il est possible de voir sur cette figure que les taux de déplacements sont très variables sur le territoire. Près du centre-ville (carré jaune), les taux sont plus faibles, dû à une plus forte proportion de ménages de taille moins élevée (Figure 4.14). En périphérie du centre, les taux sont globalement plus élevés quoique certains ADIDU aient des taux similaires à ceux du centre. Sur le graphique de la Figure 4.13, il est possible de voir que les taux de déplacements pour toutes tailles de ménages confondus sont plus faibles près du centre-ville, remontent en s'éloignant, mais redescendent à 35 km et plus du centre-ville. Encore une fois, les taux par taille de ménages sont plutôt constants selon la distance par rapport au centre-ville.

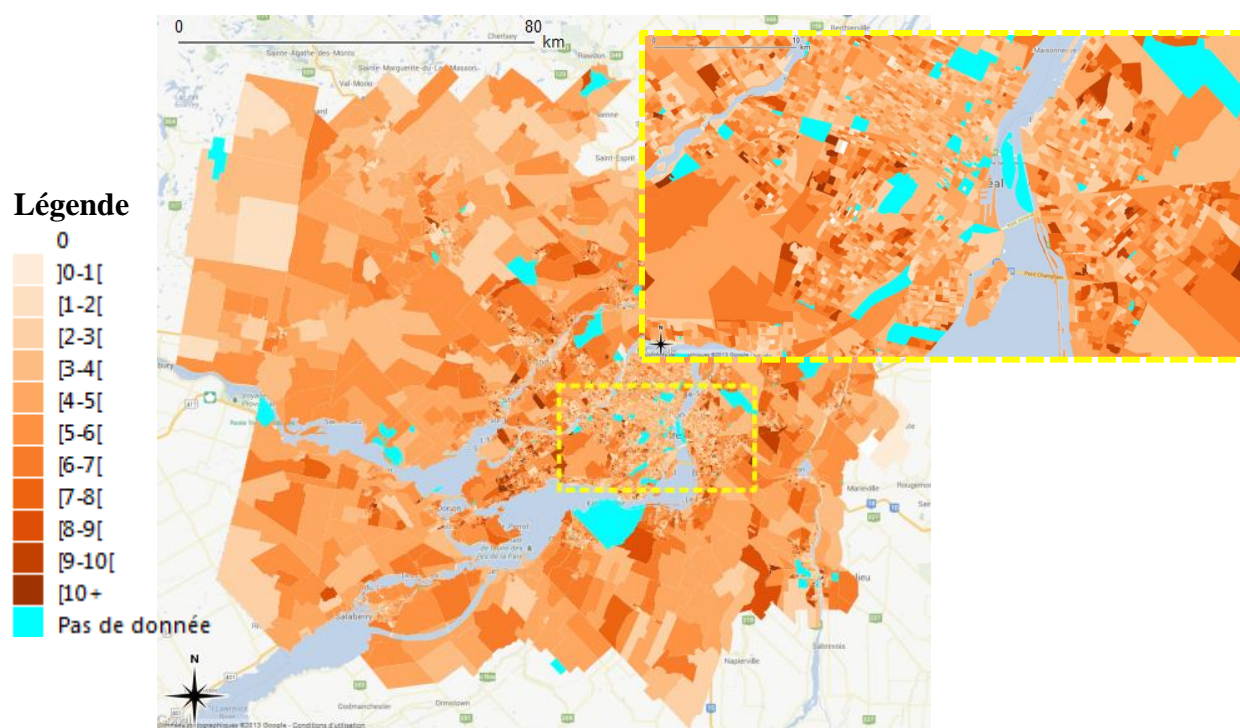


Figure 4.12 Spatialisation des taux de déplacements des ménages au niveau de l'ADIDU en 2008

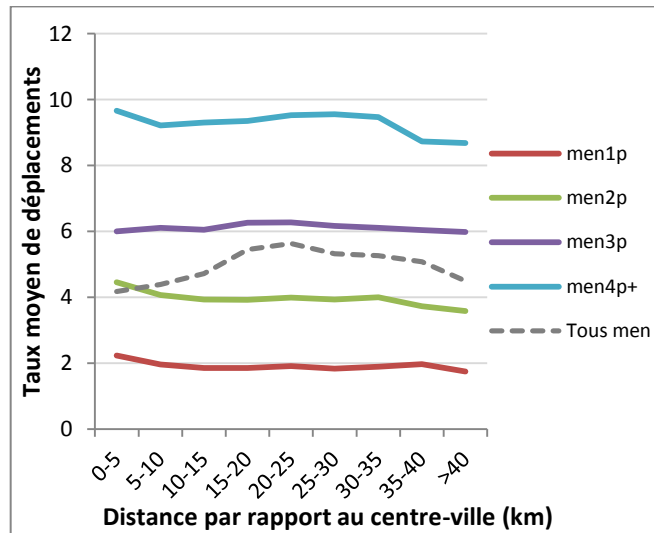


Figure 4.13 Taux moyen de déplacements en fonction de la distance par rapport au centre-ville en 2008

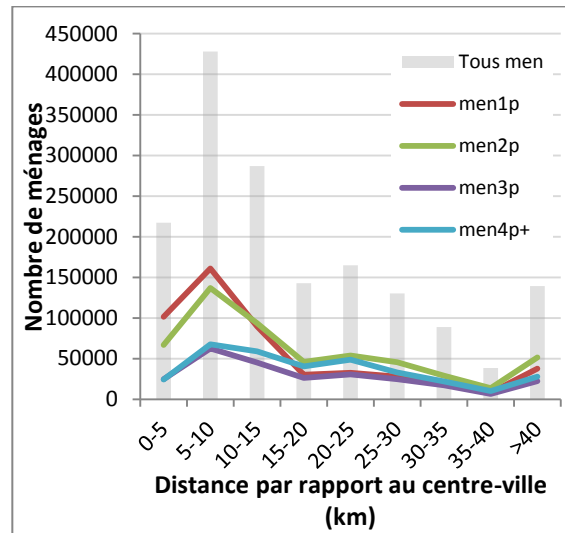


Figure 4.14 Nombre de ménages selon la distance par rapport au centre-ville en 2008

La spatialisation des indices locaux de Moran est faite pour les taux de mobilité des ménages en 2008. Voici le résultat à la Figure 4.15.

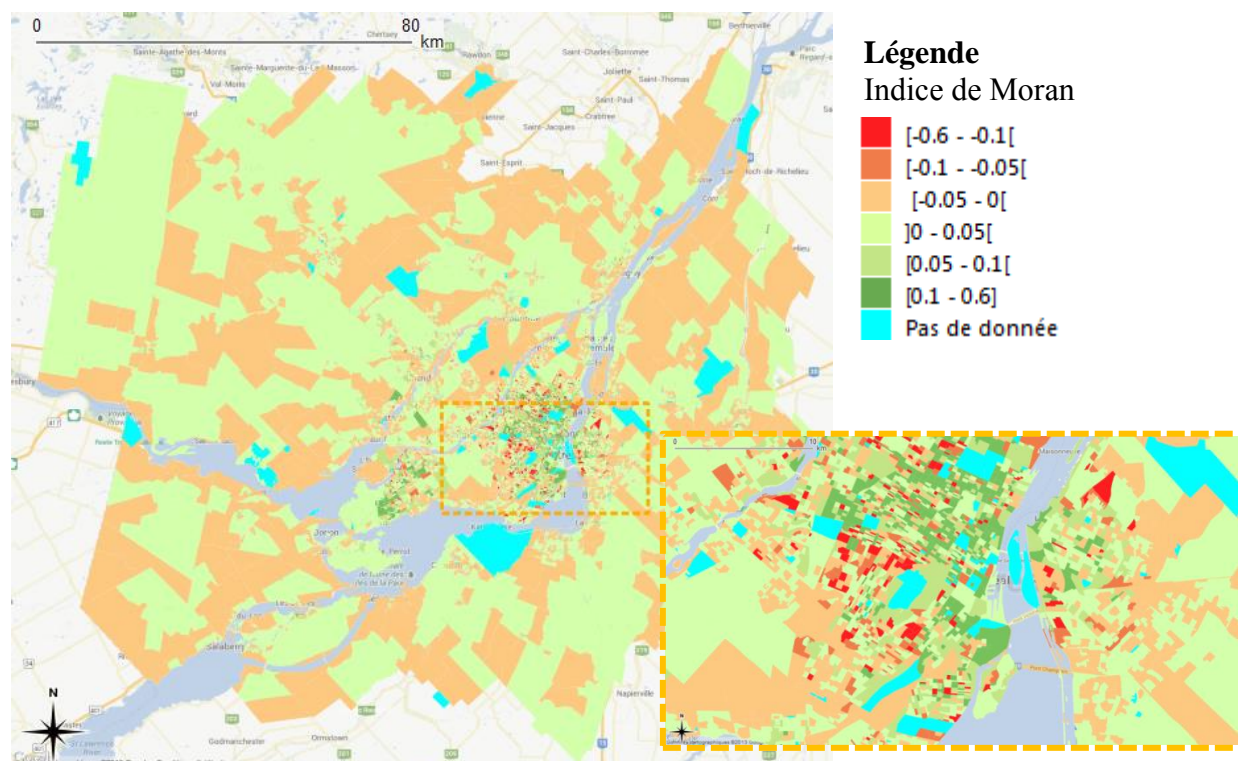


Figure 4.15 Analyse de la corrélation spatiale des taux de déplacements des ménages à l'aide de l'indice local de Moran en 2008

Globalement, les regroupements par indice Moran sont semblables aux regroupements retrouvés en 2003, c'est-à-dire qu'en couronne, on y retrouve les regroupements faiblement corrélés (I de 0 à 0.05) et les regroupements faiblement dispersés (I de -0.05 à 0) et au centre-ville, les regroupements corrélés (I de 0.1 à 0.6) et les regroupements dispersés (-0.6 à -0.1).

À la Figure 4.16, l'indice local de Moran est présenté en fonction de la distance par rapport au centre-ville. Cette figure permet d'observer encore une fois que près du centre-ville, il y a davantage de regroupements corrélés ou dispersés que loin du centre-ville. Effectivement, à 30 km et plus du centre-ville, les taux de déplacements semblent plutôt être aléatoirement dispersés.

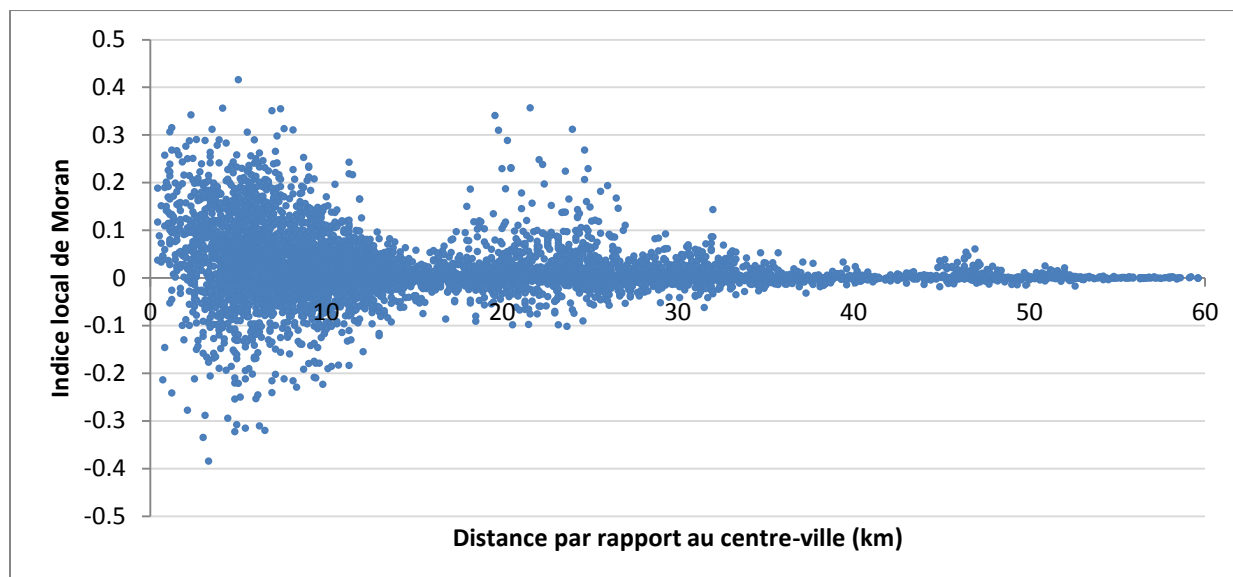


Figure 4.16 Indice local de Moran 2008 en fonction de la distance par rapport au centre-ville

Voici aux Figure 4.17, Figure 4.18, Figure 4.19 et Figure 4.20, la spatialisation des taux de déplacements par taille de ménage. Les zones où il n'y a pas de donnée disponible sont celles où il n'y a aucun ménage de la taille étudiée dans l'échantillon d'Enquête Origine-Destination 2008.

Ménages d'une personne

Légende

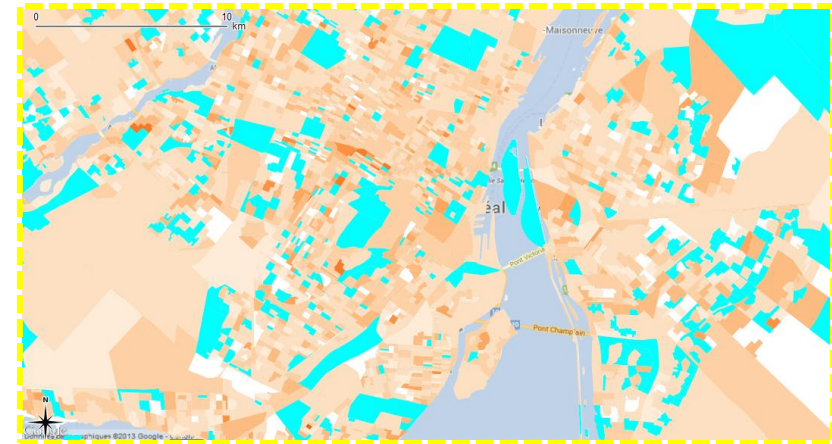
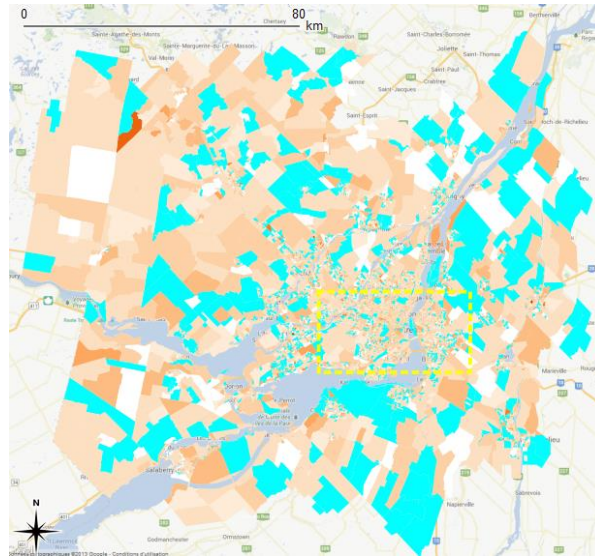
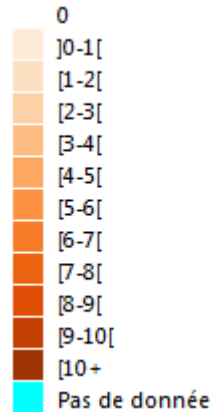


Figure 4.17 Taux de déplacements des ménages à une personne en 2008

Ménages de deux personnes

Légende

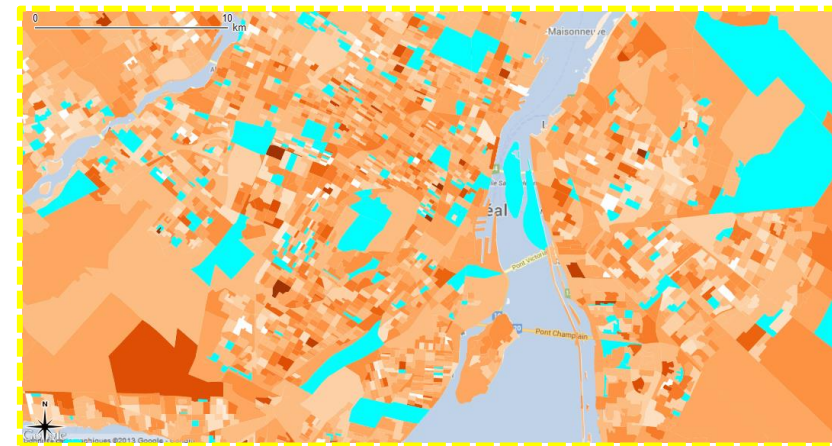
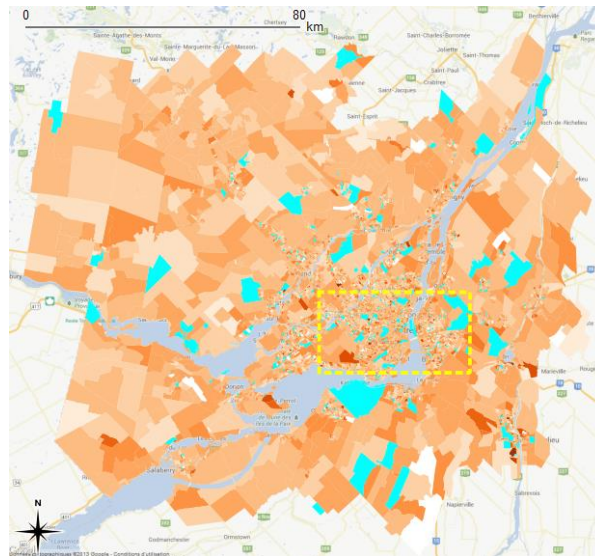
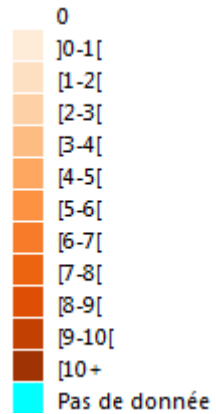


Figure 4.18 Taux de déplacements des ménages à deux personnes en 2008

Ménages de trois personnes

Légende

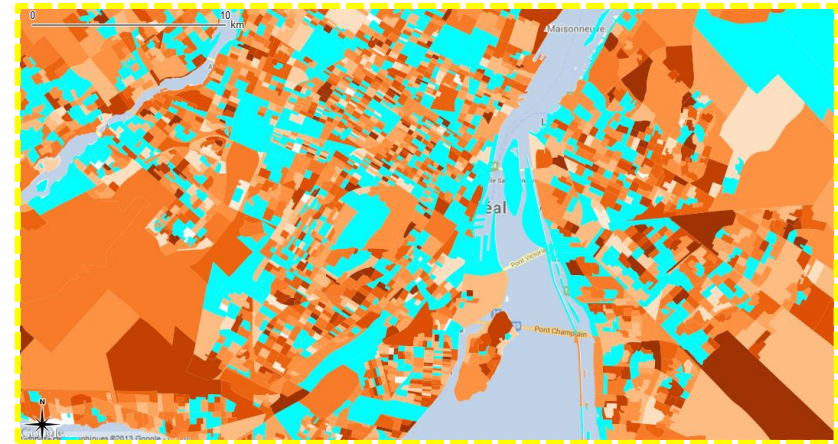
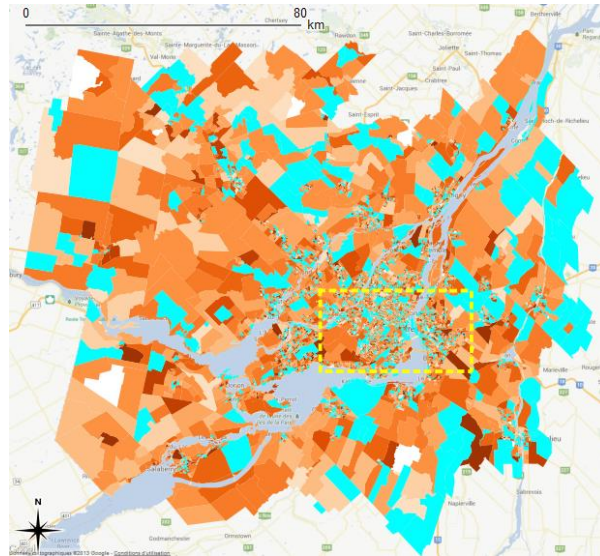
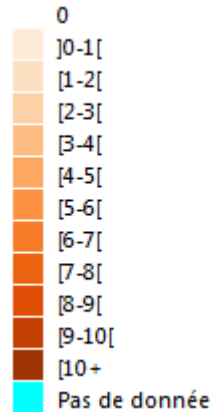


Figure 4.19 Taux de déplacements des ménages à trois personnes en 2008

Ménages de quatre personnes

Légende

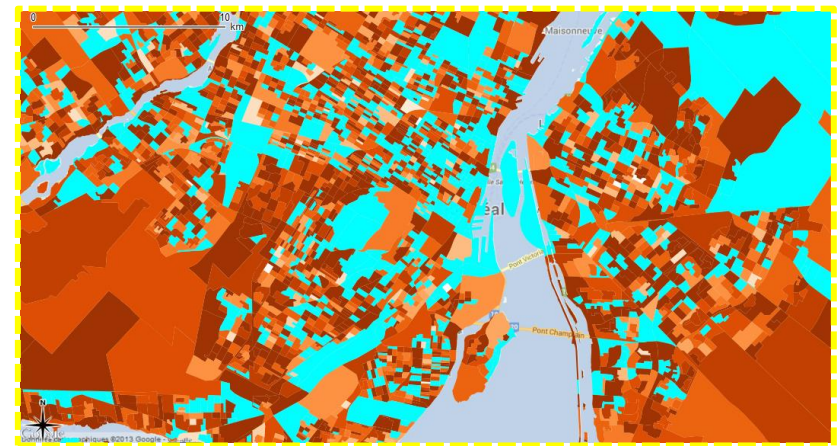
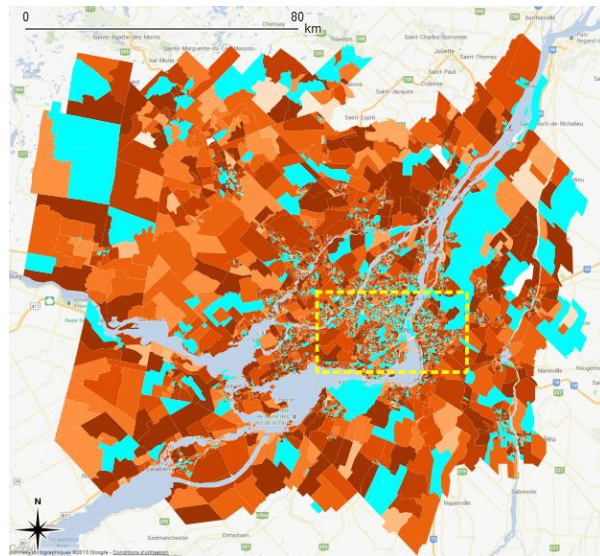
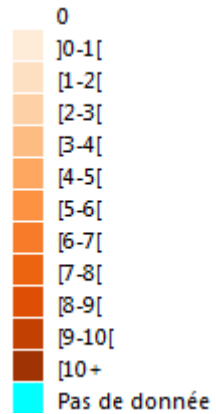


Figure 4.20 Taux de déplacements des ménages à quatre personnes et plus en 2008

4.1.3 Comparaison des taux de déplacements entre 2003 et 2008

Tout d'abord, il est important de rappeler ici que les Enquêtes Origine-Destination sont pondérées à un niveau d'agrégation supérieur à l'aire de diffusion. Le nombre de ménages dans chacune des ADIDU ainsi que les taux moyens de déplacements ne sont donc pas nécessairement exacts. Aussi, les territoires de 2003 et de 2008 sont différents ainsi que le pourcentage de ménages échantillonnés. L'échantillon de 2003 est d'en moyenne 4.7% des ménages et celui de 2008 de 4,1% des ménages (AMT, 2013). On suppose tout de même une méthode d'enquête uniforme entre les deux années.

Du côté de l'évolution des taux de mobilité de façon spatiale, il est frappant de remarquer la différence de couleur entre deux mêmes tailles de ménage en 2003 et 2008. Effectivement, la diminution des taux entre 2003 et 2008 est visible. De plus, en 2008, il semble y avoir une plus grande proportion d'aires de diffusion sans donnée comparativement à 2003, pour toutes les tailles de ménage. Il est probable que l'absence de ménages dans un plus grand nombre d'ADIDU en 2008 soit due au territoire plus grand et au taux d'échantillonnage plus faible.

Pour faciliter la comparaison, quatre graphiques ont été produits à la Figure 4.21 portant sur les taux de déplacements par taille de ménages pour 2003 et 2008. Cette figure vient confirmer la baisse généralisée des taux de mobilité observée de façon spatiale. Effectivement, davantage d'ADIDU ont un taux de déplacements de 0 à 1 pour les ménages à une et deux personnes en 2008 qu'en 2003. Aussi, les aires de diffusion ayant un taux supérieur à 10 déplacements pour les ménages à quatre personnes et plus sont en baisse en 2008.

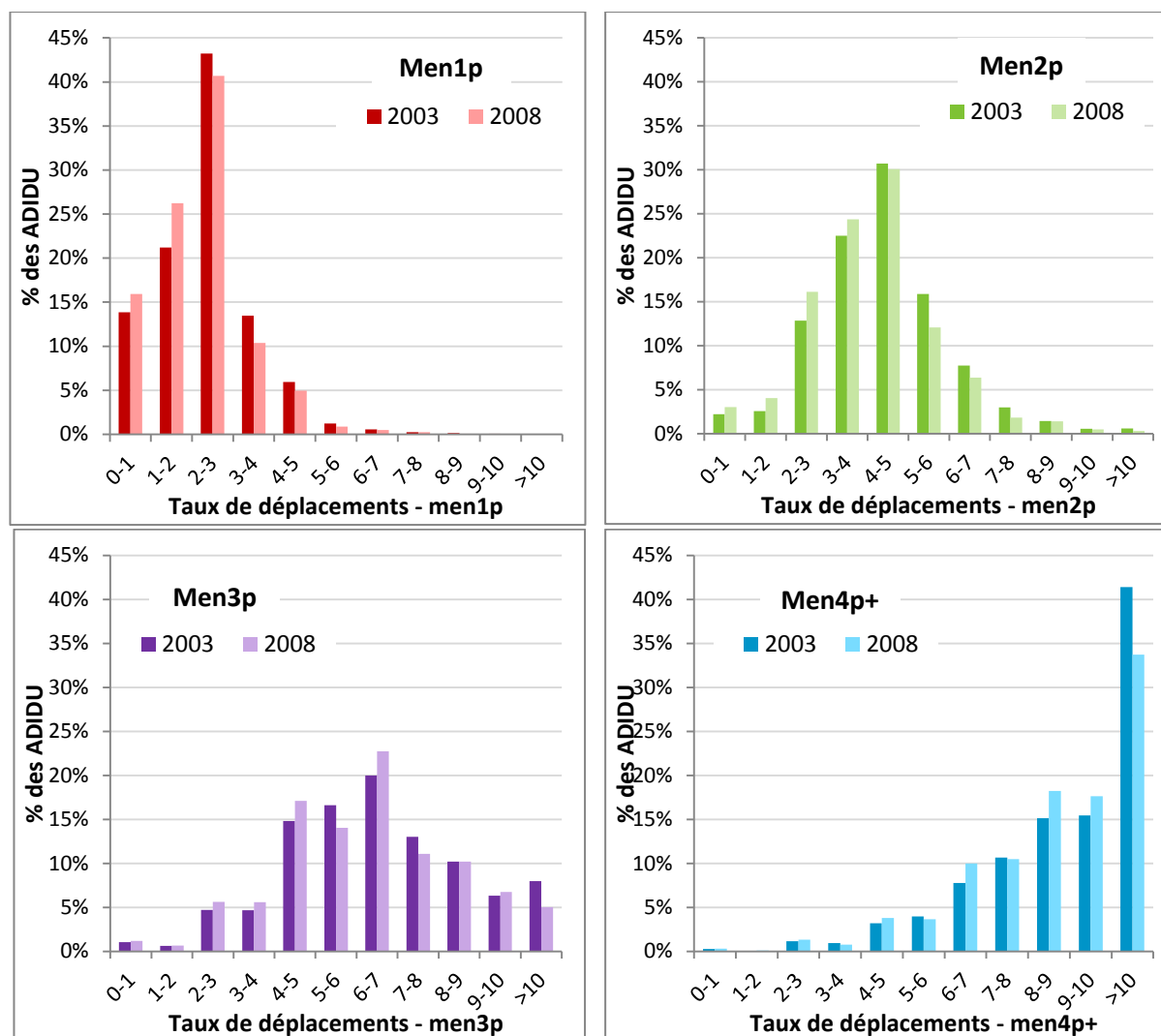


Figure 4.21 Comparaison des taux de mobilité par taille de ménage entre 2003 et 2008

4.2 Le type de ménage en relation avec le type de logement

Comme les données disponibles pour les propriétés de logement sont seulement les données de recensement (données agrégées), il est difficile d'illustrer clairement la relation entre le type de ménage et le type de logement. Des tendances peuvent tout de même être observées et des corrélations supposées.

4.2.1 Analyse à partir des propriétés moyennes du logement et du voisinage

Voici à la Figure 4.22 quelques relations intéressantes entre la taille du ménage de 2008 et les propriétés moyennes du logement de 2006 selon l'aire de diffusion du recensement (ADIDU).

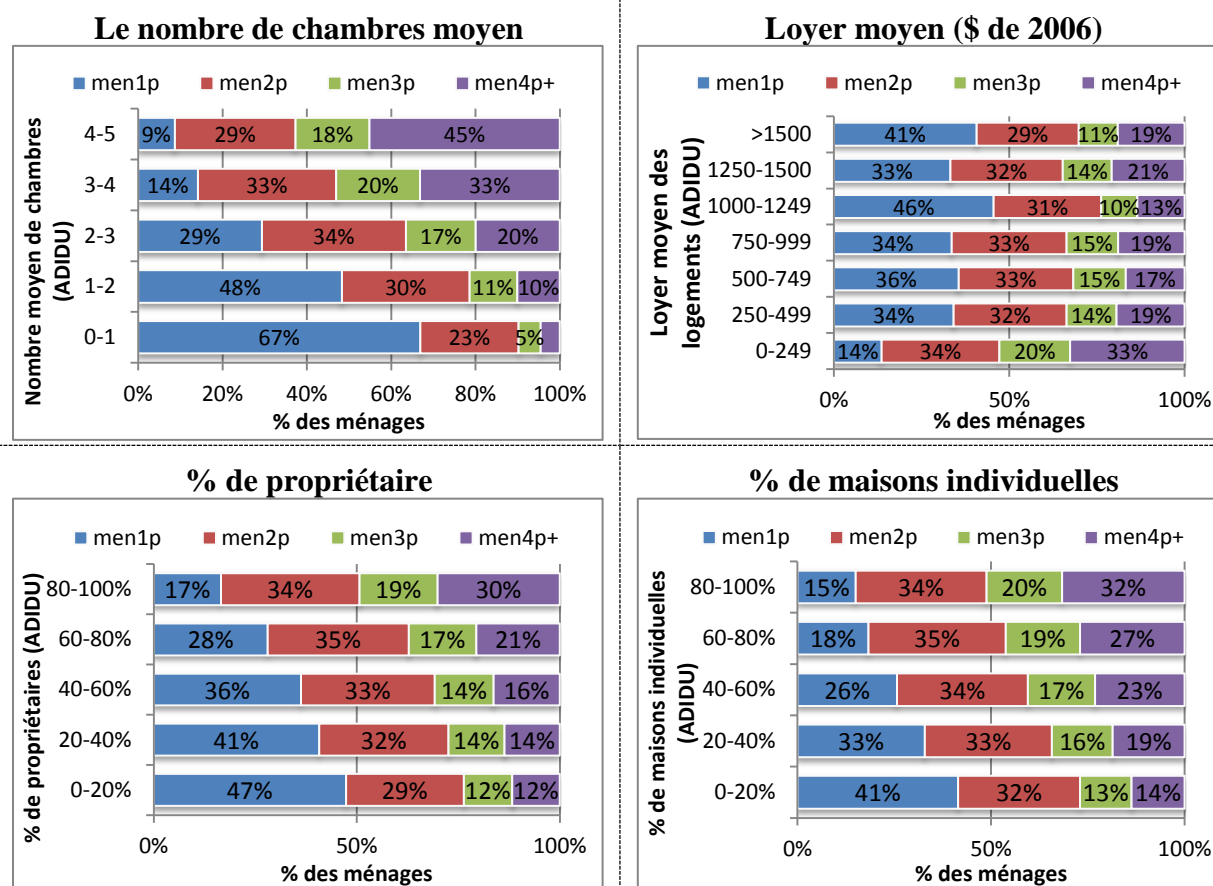


Figure 4.22 Relations entre le type de ménage et le type de logement

Pour plusieurs propriétés moyennes de logement, il existe une relation avec la taille du ménage. Par exemple, pour un faible nombre moyen de chambres, il y a davantage de ménages à une personne. Le même type de relation peut être observé pour le pourcentage de propriétaires et le pourcentage de maisons individuelles. La relation avec la variable du loyer moyen est différente. En effet, plus le loyer est élevé, plus il y a présence de ménages à une personne et moins il y a présence de ménages à quatre personnes et plus. Cet effet, est particulier et est probablement dû au fait que les personnes seules vivent davantage près du centre-ville, là où les loyers sont plus élevés.

Les ménages à deux personnes sont ceux pour qui la relation avec les propriétés moyennes de logement est la moins marquée et parfois presque inexistante. En effet, pour chacune des propriétés de logement, le pourcentage des ménages à deux personnes est plutôt stable, autour de 30%. Le fait que la composition des ménages à deux personnes soit très variable explique le phénomène. En effet, un ménage à deux personnes peut être composé par exemple de deux

adultes, d'un adulte et d'un enfant, de deux universitaires dans la vingtaine ou de deux personnes âgées.

En faisant le même exercice mais avec la composition de la population du voisinage, c'est-à-dire la composition de la population de l'ADIDU dans laquelle le ménage réside, il est possible de voir d'autres relations. Effectivement à la Figure 4.23, il est possible cette fois-ci d'observer une corrélation entre les ménages à deux personnes et la composition de la population, particulièrement en ce qui a trait aux personnes de 55 à 65 ans. Plus le pourcentage de personnes de 55 à 64 ans augmente, plus il y a présence de ménages à 2 personnes et moins il y a présence de ménages à trois personnes et plus. La proportion de ménages à une personne est plutôt stable avec cette variable.

Pour les proportions de personnes de 0 à 19 ans et de 35 à 44 ans, la relation avec les tailles de ménages est semblable. En effet, pour une proportion de ces âges qui augmente, il y a une forte diminution de la présence des ménages à une personne, une diminution des ménages à deux personnes, une augmentation des ménages à trois personnes et une forte augmentation de la présence des ménages à quatre personnes et plus.

Au contraire, pour le pourcentage des personnes âgées de 20 à 34 ans et de 65 ans et plus, si la proportion de ces âges augmente, il y a davantage de ménages à une personne et moins de ménages des autres tailles.

La seule relation marquante avec une augmentation de la densité est la forte augmentation de la proportion des ménages à une personne. Les autres tailles de ménage sont de proportions plutôt stables bien qu'elles aient tendance à diminuer légèrement.

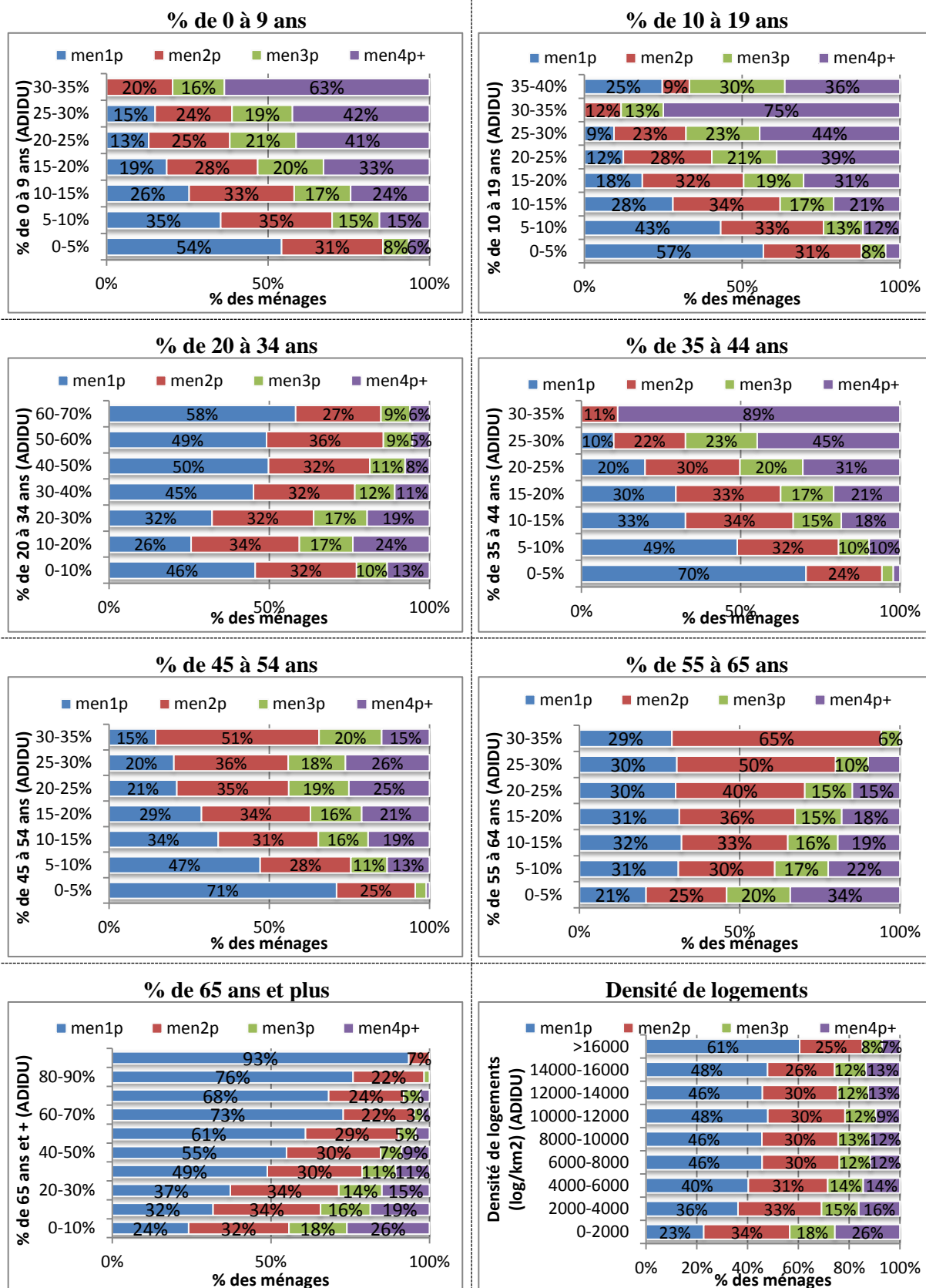


Figure 4.23 Relations entre le voisinage et le type de ménage

4.3 Le type de ménage en relation avec la mobilité

Par quoi est influencée la mobilité des ménages? L'analyse suivante tentera de répondre à cette question en examinant les variables qui ont une influence sur le nombre de déplacements générés par un ménage. Cette partie de l'analyse sera concentrée sur l'influence qu'ont les caractéristiques du ménage, des personnes le composant et des propriétés de son voisinage sur la mobilité.

4.3.1 Taille du ménage

Logiquement, la taille du ménage est l'une des principales variables susceptibles de décrire la mobilité de ce ménage. Voici à la Figure 4.24 un graphique qui illustre la relation entre la taille du ménage et le nombre moyen de déplacements par ménage et par personne.

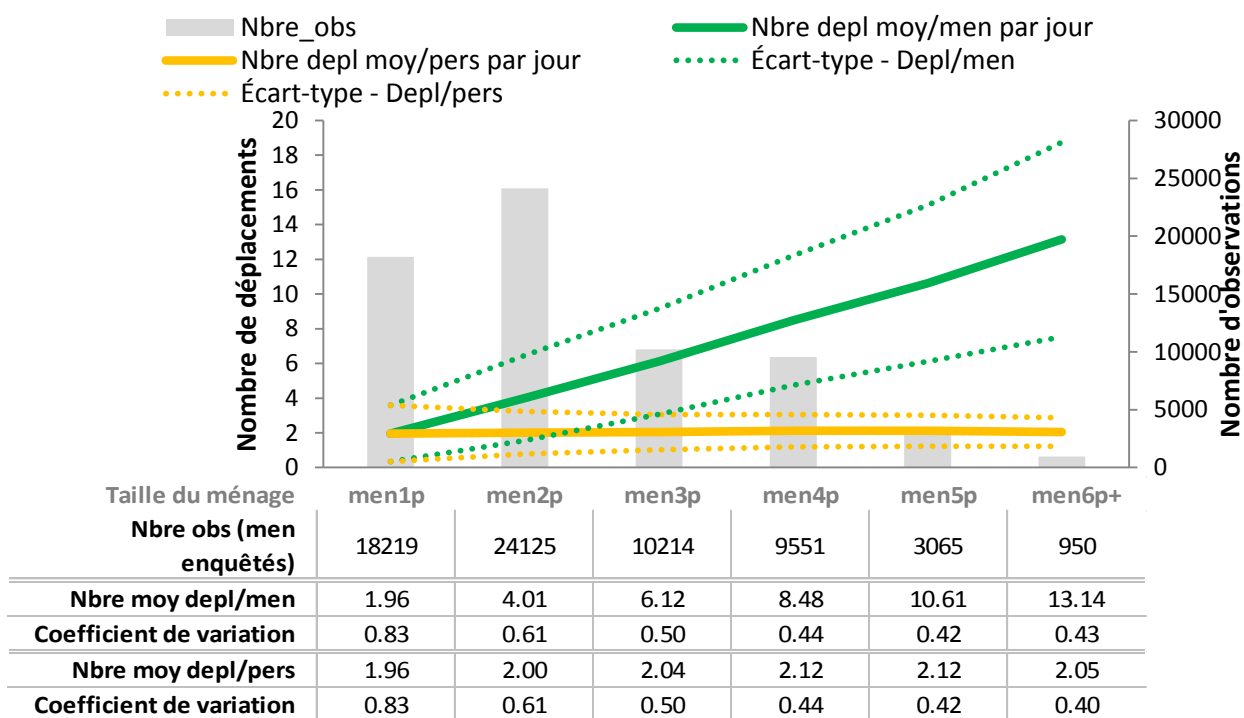


Figure 4.24 Relation entre la taille du ménage et le nombre de déplacements

Il est possible de constater que plus la taille du ménage augmente, plus le nombre moyen de déplacements par ménage augmente et ce, de façon linéaire. L'écart-type augmente aussi en fonction de la taille du ménage, mais le coefficient de variation diminue en fonction de la taille

du ménage. Par contre, le nombre de déplacements moyen par personne dans les ménages est plutôt stable peu importe la taille de celui-ci.

Les écarts à la moyenne peuvent être visualisés avec les graphiques suivants.

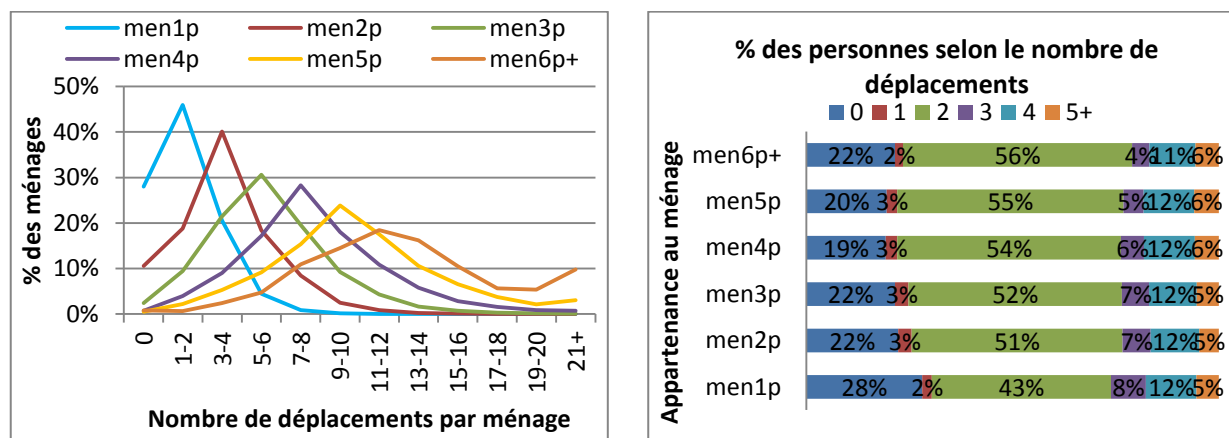


Figure 4.25 Visualisation des écarts (taille du ménage vs mobilité)

Les ménages à une personne sont ceux qui sont les plus stables. En effet, près de 45% de ceux-ci font 2 déplacements par jour. Plus la taille du ménage augmente, plus l'étendue du nombre de déplacements augmente ce qui correspond aussi à l'augmentation de l'écart-type en fonction de la taille du ménage.

4.3.1.1 Analyse des écarts : les ménages à une personne: l'âge

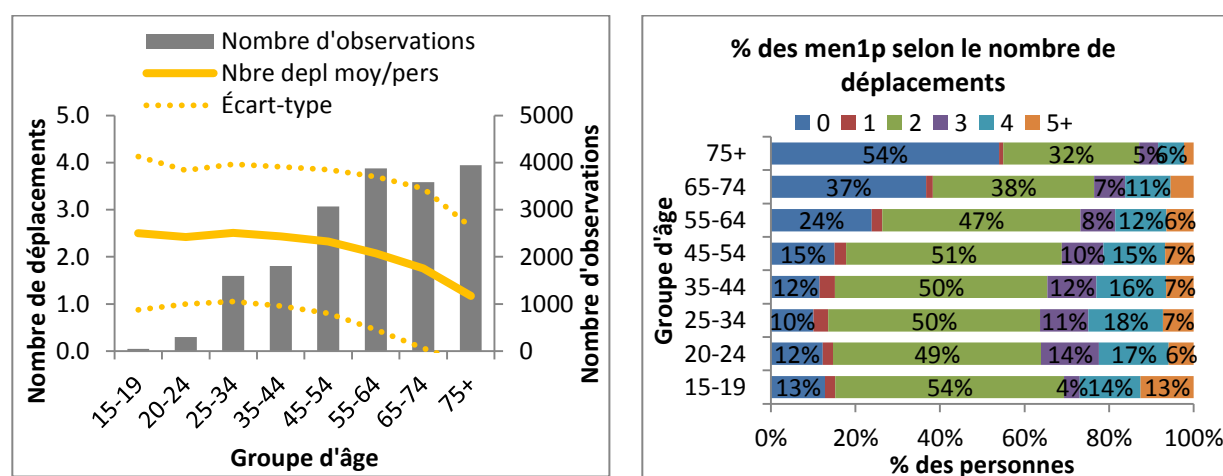


Figure 4.26 Effets de l'âge sur la mobilité des ménages à une personne

Près de 55% des gens de 75 ans et plus et près de 40% de personnes entre 65-74 ans ne font aucun déplacement. Pour les autres groupes d'âge de plus de 14 ans, entre 50 et 60% des personnes font un ou deux déplacements. L'âge des personnes composant le ménage semble donc

avoir un impact sur la mobilité du ménage. Selon ces conclusions, le nombre d'enfants, la composition du ménage en termes de nombre d'adultes et d'enfants, ainsi que le sexe et l'âge des personnes seront des aspects étudiés ci-dessous.

4.3.2 Le nombre d'enfants

Est-ce que pour une même taille de ménage, le fait que le ménage soit composé en partie d'enfants influence la mobilité? Voici à la Figure 4.27 le nombre de déplacements moyen par type de ménage.

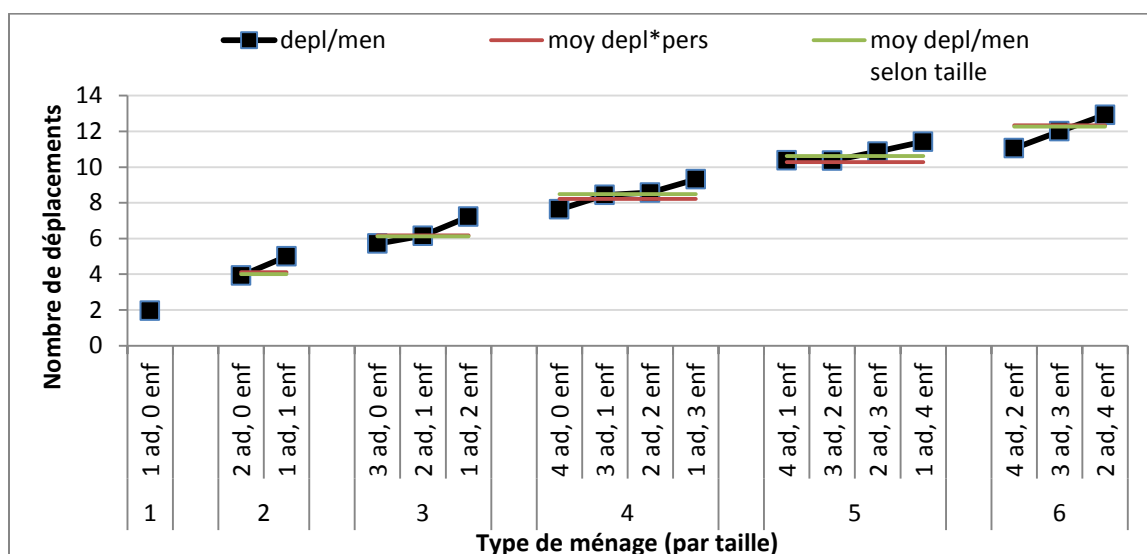


Figure 4.27 Effet de la présence d'enfants sur la mobilité des ménages

La mobilité des ménages est clairement affectée par le nombre d'enfants dans le ménage en plus de sa taille. En effet, pour une taille de ménage de quatre personnes par exemple, la mobilité varie d'un peu moins de 8 déplacements (4 adultes, sans enfant) à près de 10 déplacements (1 adulte, 3 enfants).

À la Figure 4.28, l'effet de la présence d'enfants est analysé au niveau du nombre de déplacements par personne et par genre. Similairement, à la Figure 4.29, cet effet est analysé au niveau du nombre de déplacements par adulte et par genre.

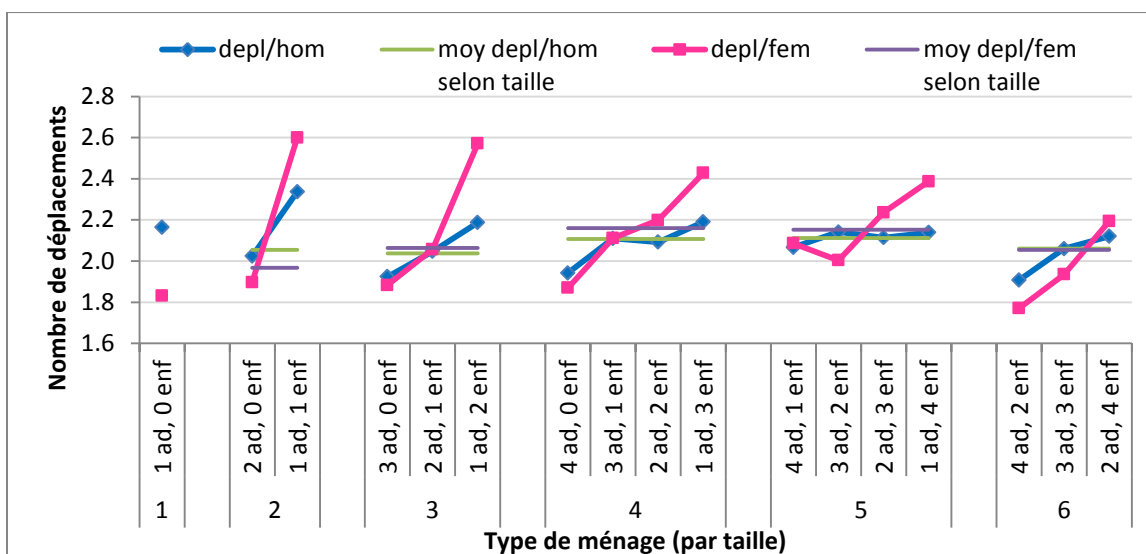


Figure 4.28 Effet de la présence d'enfants sur la mobilité des personnes

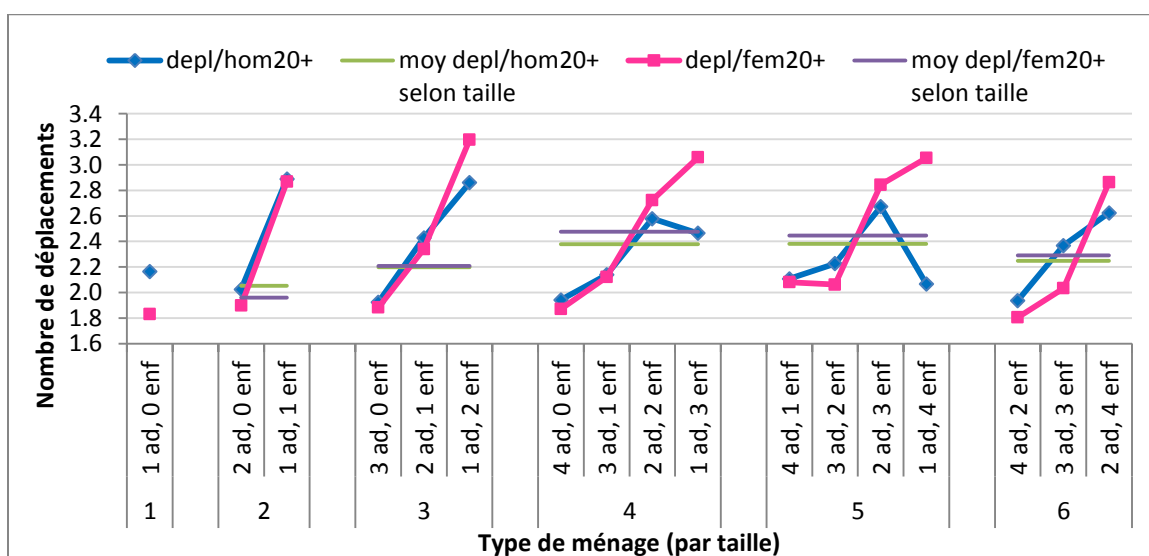


Figure 4.29 Effet des enfants sur la mobilité des adultes

Les femmes vivant seules se déplacent moins que les hommes vivant seuls, mais lorsqu'il y a présence d'enfants, les femmes ont tendance à se déplacer davantage que les hommes.

La Figure 4.30 regroupe les effets du type de ménage (par nombre d'adultes et d'enfants), de l'âge et du sexe de la personne sur sa mobilité. Il est possible de remarquer que les femmes dans un ménage sans enfant se déplacent également ou un peu moins que les hommes, mais dans un ménage avec enfant(s), tout dépendant de leur âge, les femmes semblent se déplacer davantage que les hommes.

Aussi, de façon générale, le comportement de mobilité des personnes dans les ménages sans enfants a tendance à être le même entre les différentes tailles, c'est-à-dire une mobilité qui diminue avec l'âge des personnes. Lorsqu'il y a des enfants dans le ménage, la mobilité des personnes augmente. À taille égale, généralement, plus il y a d'enfants dans le ménage, plus la mobilité des personnes augmente.

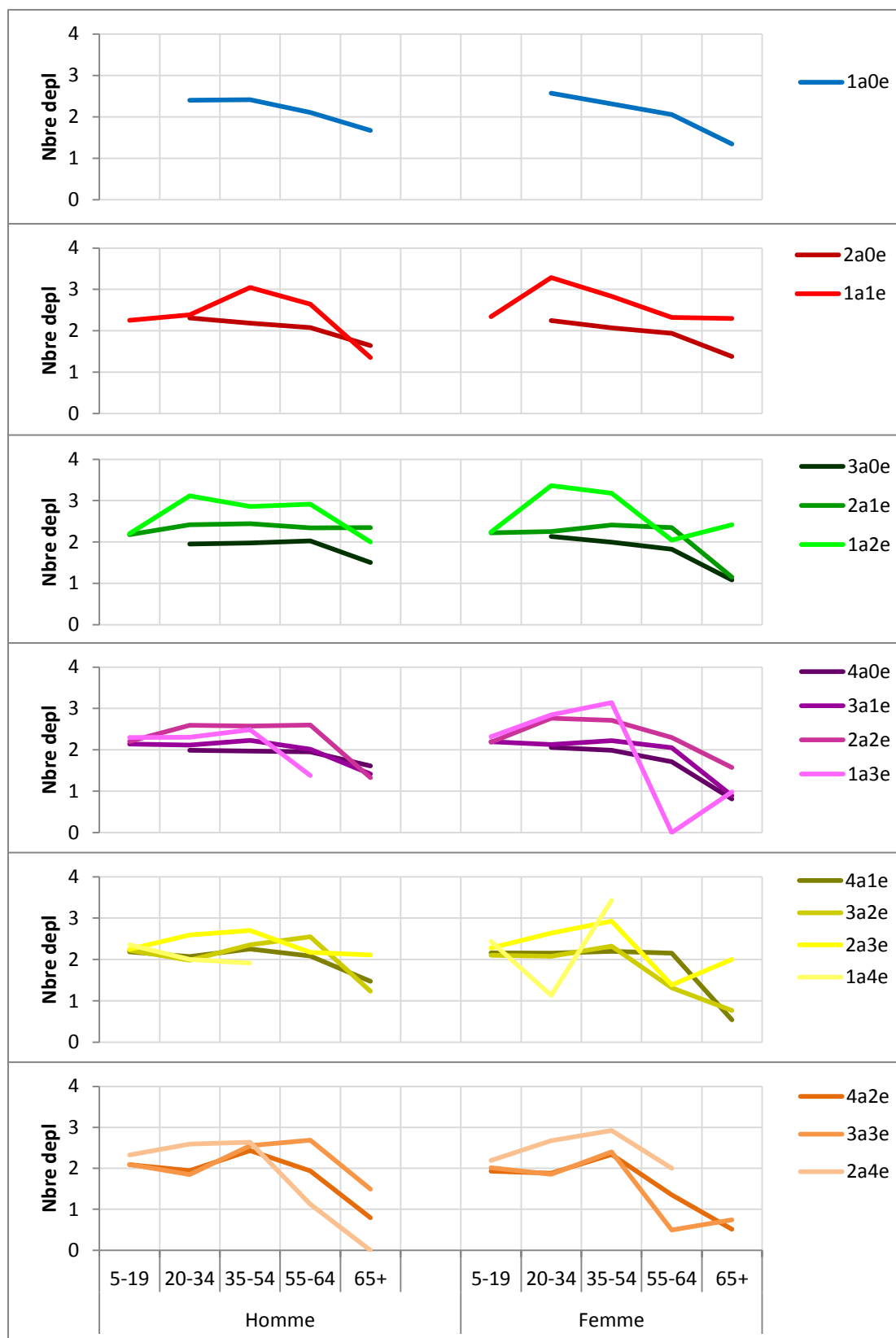


Figure 4.30 Nombre de déplacements par personne par type de ménage, sexe et âge

4.3.3 L'âge des personnes

L'âge des personnes semble être un élément majeur qui influence la mobilité des ménages. Pour bien analyser son effet, l'influence de l'âge sera observée au niveau de la personne à la Figure 4.31.

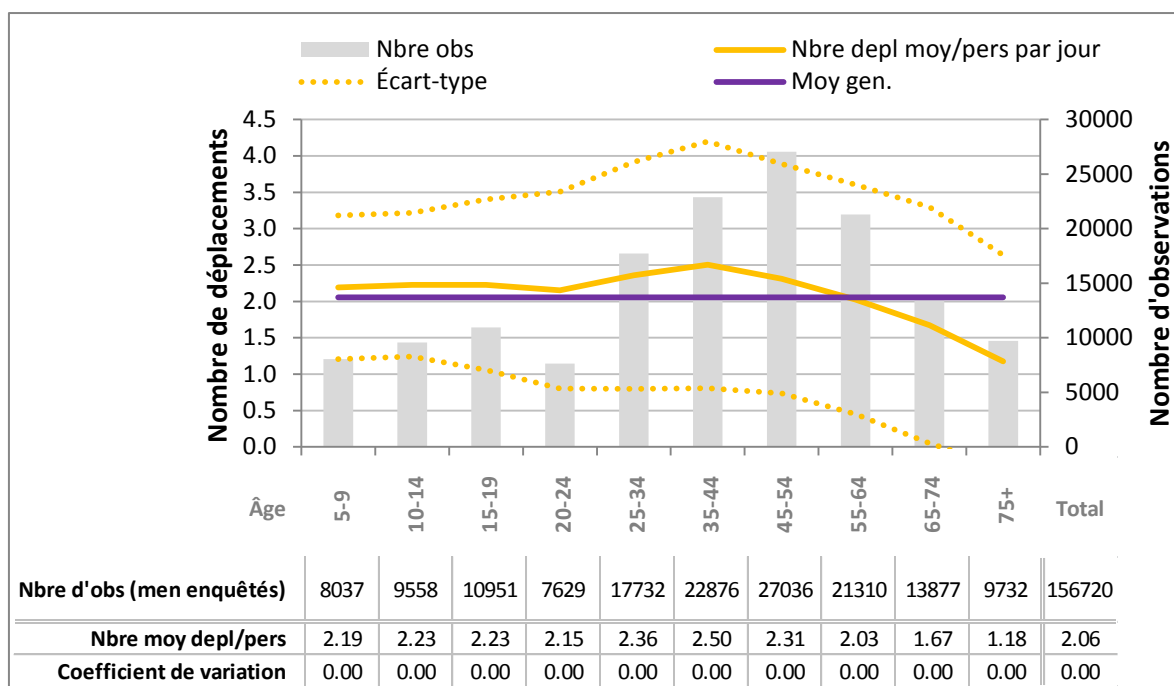


Figure 4.31 Relation entre l'âge des personnes et le nombre de déplacements

Dans l'enquête Origine-Destination, les déplacements des enfants de 0 à 4 ans ne sont pas considérés. Entre 5 et 54 ans, les personnes font en moyenne un peu plus de deux déplacements quotidiennement. Par la suite, le nombre de déplacements moyen diminue progressivement avec l'âge. Les groupes d'âge qui affectent le plus la moyenne générale seraient alors les groupes 0-4 ans et les 55 ans et plus. Cette tendance générale se reproduit globalement pour toutes les tailles de ménage (Figure 4.32).

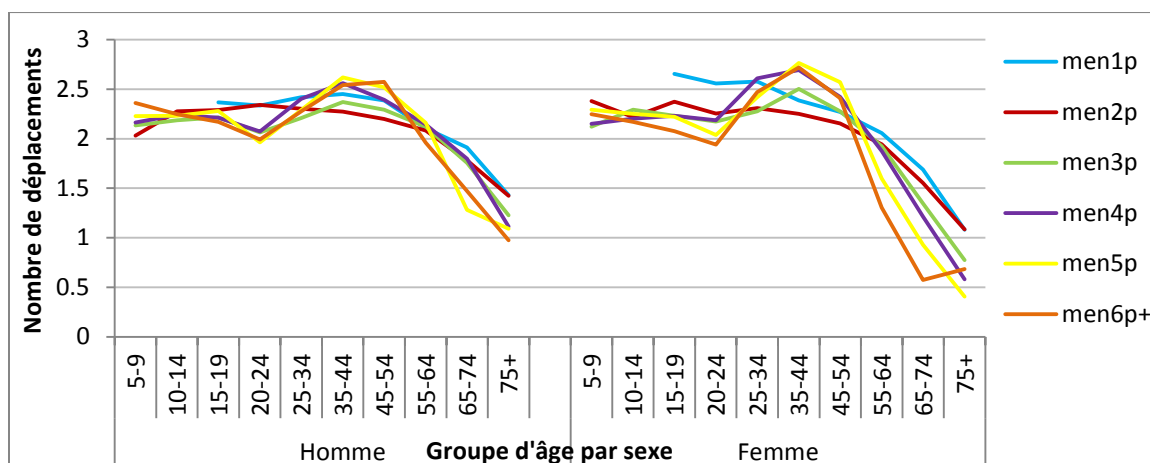


Figure 4.32 Mobilité des personnes selon l'âge, le sexe et la taille du ménage

4.4 Les variables de voisinage en relation avec la mobilité

La composition du voisinage sera maintenant analysée pour identifier si elle a un effet sur la mobilité des ménages. Les variables de voisinage sont en majorité déterminées à partir des caractéristiques moyennes des aires de diffusion (ADIDU), une segmentation spatiale propre au recensement.

4.4.1 La densité de logements

La densité de logements est testée ici, puisqu'elle caractérise le voisinage, sans assumer que le territoire est parfaitement concentrique, comme le ferait la variable de distance par rapport au centre-ville. Il faut par contre faire attention, car la densité de logements ne représente tout de même pas la densité de la population. Effectivement, près du centre-ville, il y a une grande densité de logements, mais ils sont généralement composés de ménages de plus petites tailles. Les densités de logements et de population ne sont donc pas nécessairement proportionnelles.

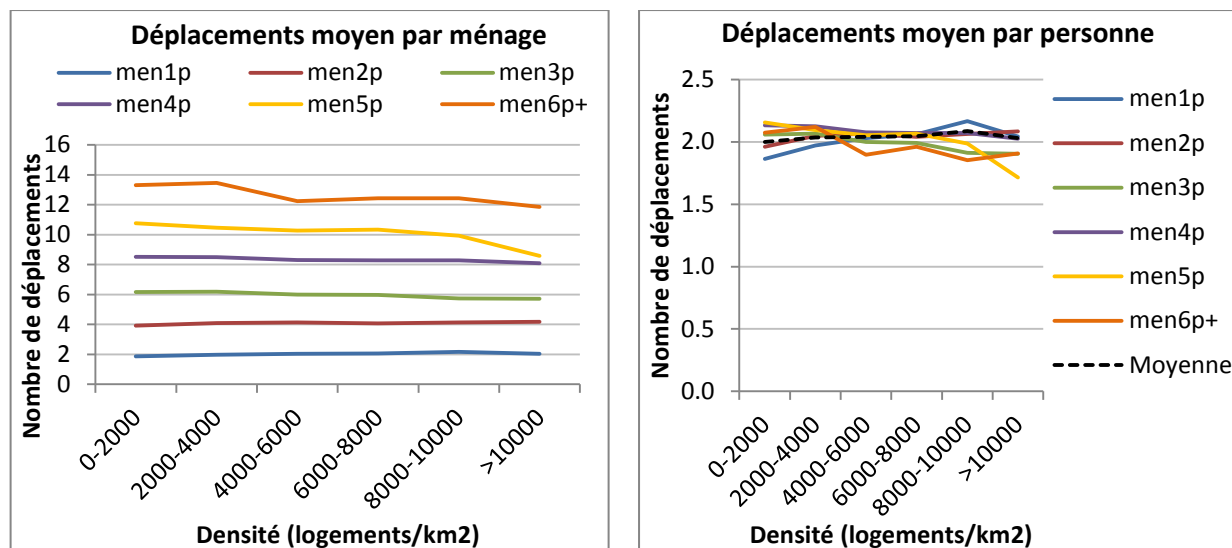


Figure 4.33 Effet de la densité sur la mobilité

La densité ne semble pas avoir un impact au niveau de la mobilité des ménages, puisqu'à taille égale, les ménages font plus ou moins le même nombre de déplacements lorsque la densité de logements augmente. La même observation est faite pour la mobilité des personnes.

4.4.2 Les passages-arrêts (Rayon de 500m)

Les caractéristiques de voisinage sont aussi constituées d'une offre de transport. Les passages-arrêts donnent une indication du service de transport collectif disponible dans un rayon de 500 m autour du domicile du ménage. Les analyses suivantes ont été faites avec les passages-arrêts qui ont été calculés selon la méthode décrite par Martel-Poliquin (2012). Voici à la Figure 4.34 la relation entre la mobilité du ménage et le nombre de passages-arrêts sur 24 h dans un rayon de 500 m autour du domicile.

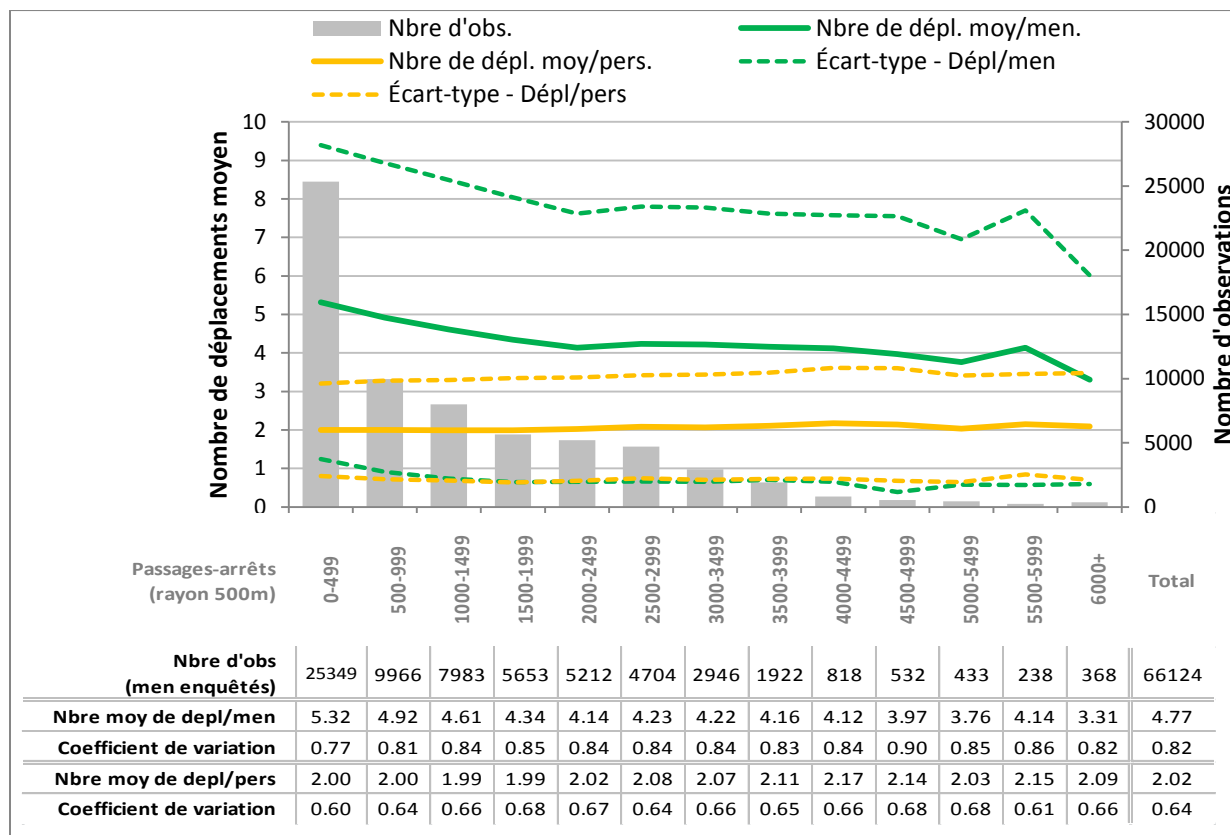


Figure 4.34 Relation entre niveau de service de transport collectif et le nombre de déplacements

Plus le nombre de passages-arrêts augmente, moins les ménages se déplacent. Par contre, l'effet de la taille vient probablement expliquer ce phénomène. Effectivement, généralement, plus il y a de passages-arrêts, plus la proximité du centre-ville est grande là où il y a moins de ménage de grande taille. Le nombre de déplacements par personne plutôt stable confirme cette hypothèse.

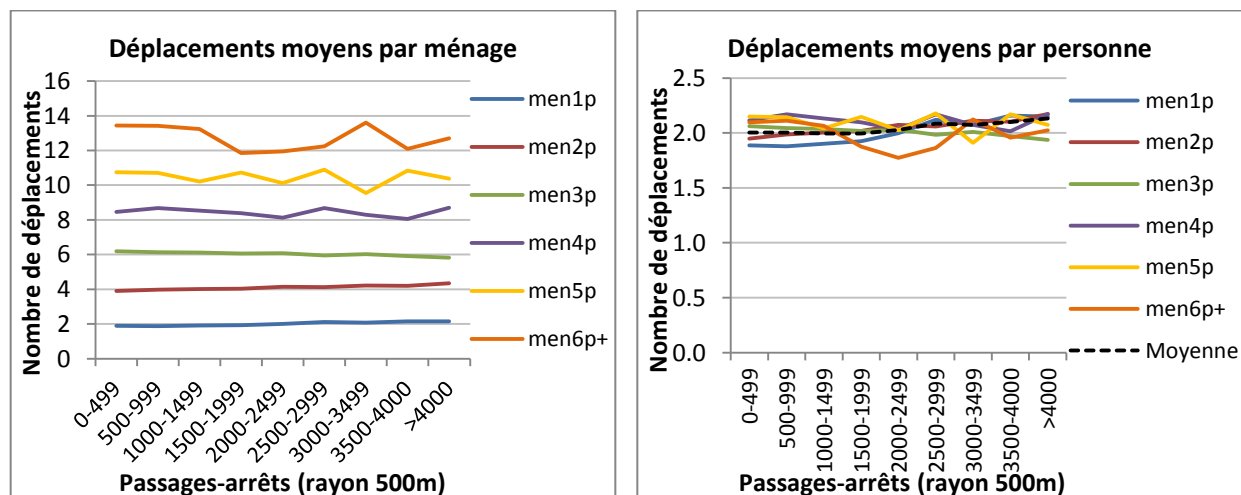


Figure 4.35 Effet du niveau de service de transport collectif sur la mobilité

Séparé par taille de ménage à la Figure 4.35, la mobilité ne varie pas en fonction de l'offre de service en transport collectif. Comme la densité de logements, les passages-arrêts ne semblent pas avoir d'influence sur la mobilité des ménages ni des personnes. Quoique le niveau de service de transport collectif n'influence pas le nombre de déplacements global, il est attendu qu'il influence la répartition modale. En effet, les analyses sur ce qui influence le nombre de déplacements faits en transport collectif sont regroupées à la section 4.5.

4.4.3 Le revenu moyen du voisinage

Le revenu des ménages est une variable qui a démontré avoir une influence significative sur la mobilité dans la littérature. Ici, le type de données disponible qui se rapproche le plus du revenu du ménage est le revenu moyen des ménages dans l'aire de diffusion. Voici l'effet du revenu moyen sur la mobilité des ménages à la Figure 4.36.

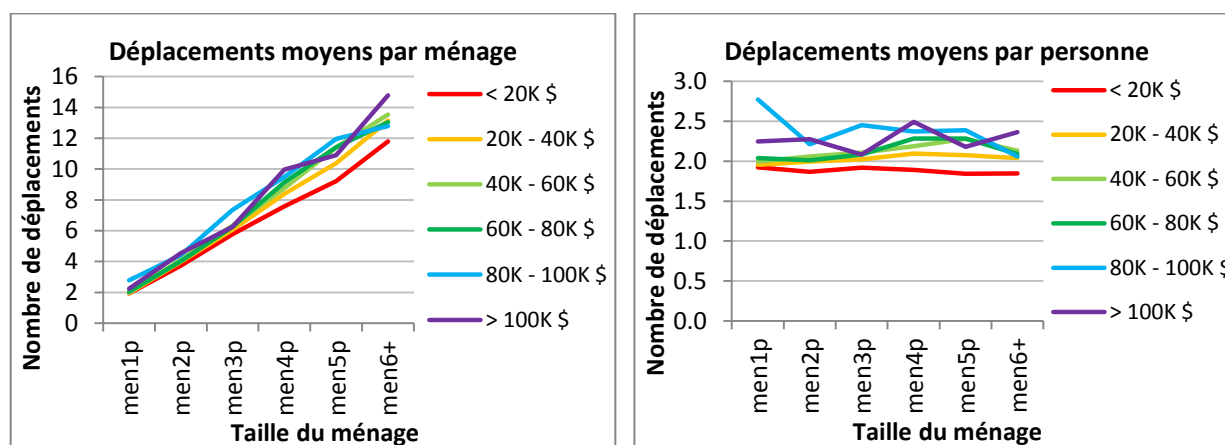


Figure 4.36 Effet du niveau de revenu du voisinage sur la mobilité

Le revenu moyen du voisinage a effectivement un effet sur la mobilité des ménages et des personnes. En effet, globalement pour une même taille de ménage, plus le revenu moyen est élevé, plus le nombre de déplacements augmente. Si l'analyse avait été faite par motifs, il aurait probablement été vu que pour un voisinage avec un revenu moyen plus élevé, il y a davantage de déplacements loisirs effectués.

4.4.4 Le taux d'activité

Le taux d'activité du voisinage est une propriété de l'aire de diffusion (ADIDU) disponible dans le recensement. Il s'agit du nombre de personnes actives (occupées et chômeuses) par rapport à la population totale de 15 ans et plus dans l'ADIDU.

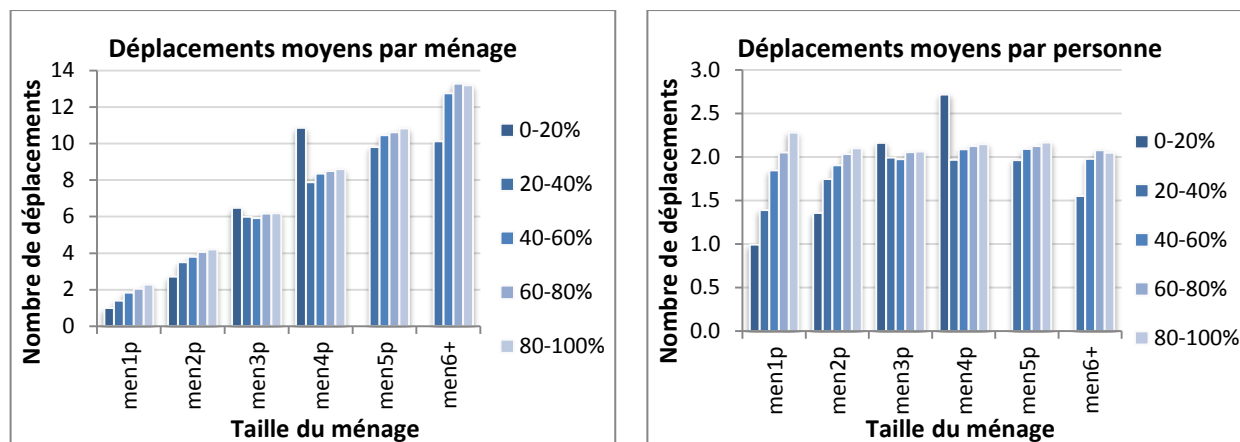


Figure 4.37 Effet du taux d'activité du voisinage sur la mobilité

Le taux d'activité semble avoir un effet sur la mobilité des ménages surtout pour les ménages de deux personnes et moins et pour ceux de cinq personnes et plus. En effet, globalement pour ces types de ménages, pour une même taille, plus le taux d'activité du voisinage est grand, plus la mobilité moyenne augmente.

4.4.5 Le taux de chômage

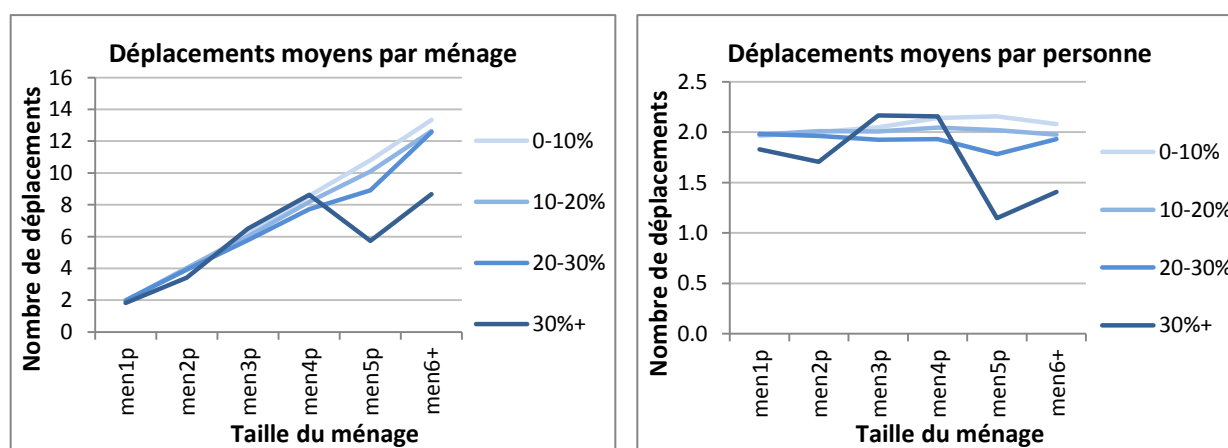


Figure 4.38 Effet du taux de chômage du voisinage sur la mobilité

Le taux de chômage semble avoir une légère influence sur la mobilité des ménages et des personnes. En effet, sauf pour un niveau de chômage de 30% et plus, les ménages composés de plusieurs personnes font moins de déplacements lorsque que le taux de chômage augmente.

4.4.6 La composition du voisinage (âge des personnes)

Pour parvenir à inclure l'effet du nombre d'enfants sur la mobilité, les variables de composition du voisinage sont testées afin de voir si un voisinage composé de beaucoup d'enfants ou de

personnes âgées par exemple vient influencer la mobilité des ménages. Voici aux Figure 4.39, Figure 4.40 et Figure 4.41 les groupes d'âge semblant avoir le plus d'effet sur la mobilité.

4.4.6.1 % de personnes de 10 à 19 ans

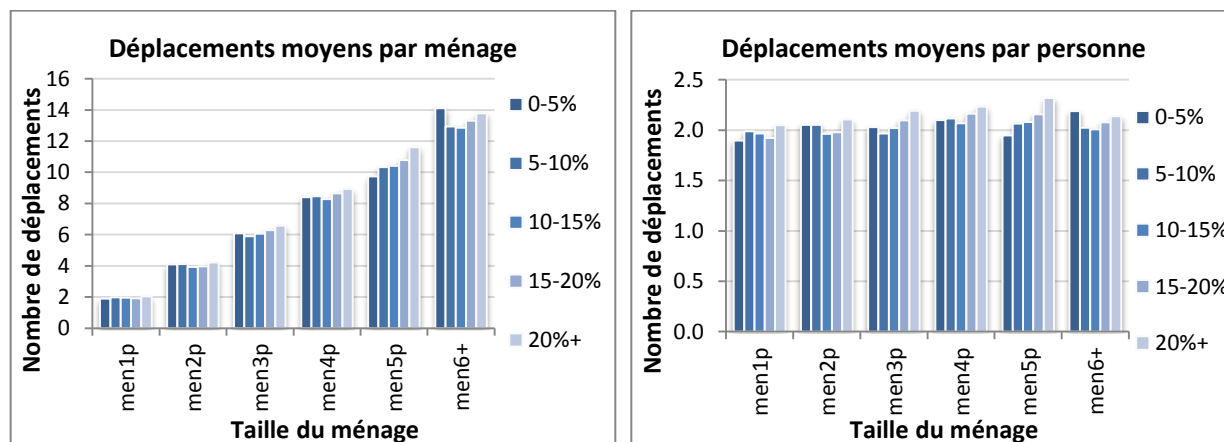


Figure 4.39 Effet du pourcentage de personnes de 10 à 19 ans sur la mobilité

L'effet de cette variable est davantage marqué pour les ménages à quatre et cinq personnes. Effectivement pour ces ménages, plus il y a présence de personnes de 10 à 19 ans dans le voisinage, plus le nombre de déplacements moyen augmente.

4.4.6.2 % de personnes de 20 à 34 ans

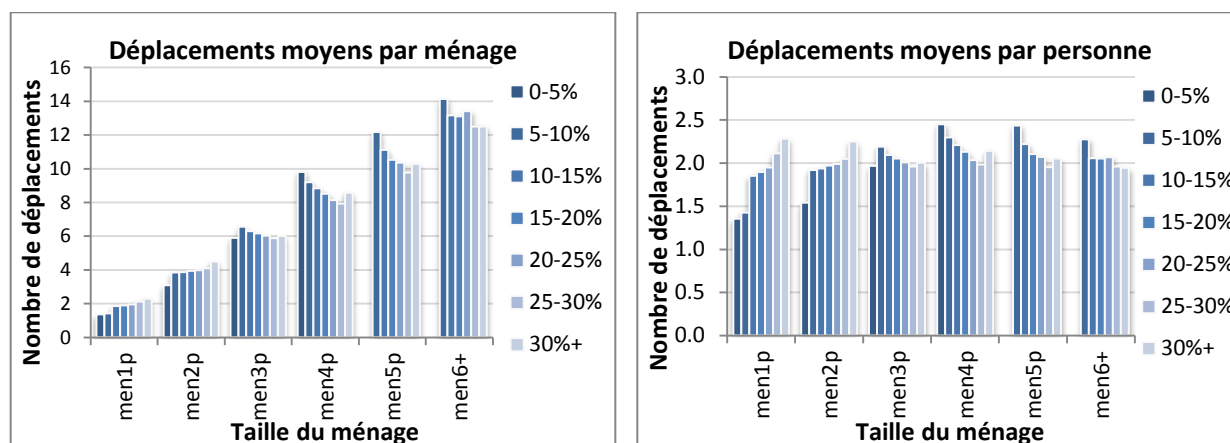


Figure 4.40 Effet du pourcentage de personnes de 20 à 34 ans sur la mobilité

Les effets sur la mobilité ne sont pas toujours les mêmes selon la taille du ménage. En effet, pour le pourcentage des personnes de 20 à 34 ans, pour les ménages à 2 personnes et moins, l'effet de la variable est positif, c'est-à-dire que plus il y a des personnes de 20 à 34 ans, plus le nombre de

déplacements augmente. Par contre, pour les ménages de 3 personnes et plus, l'effet semble contraire.

4.4.6.3 % des personnes de 65 ans et plus

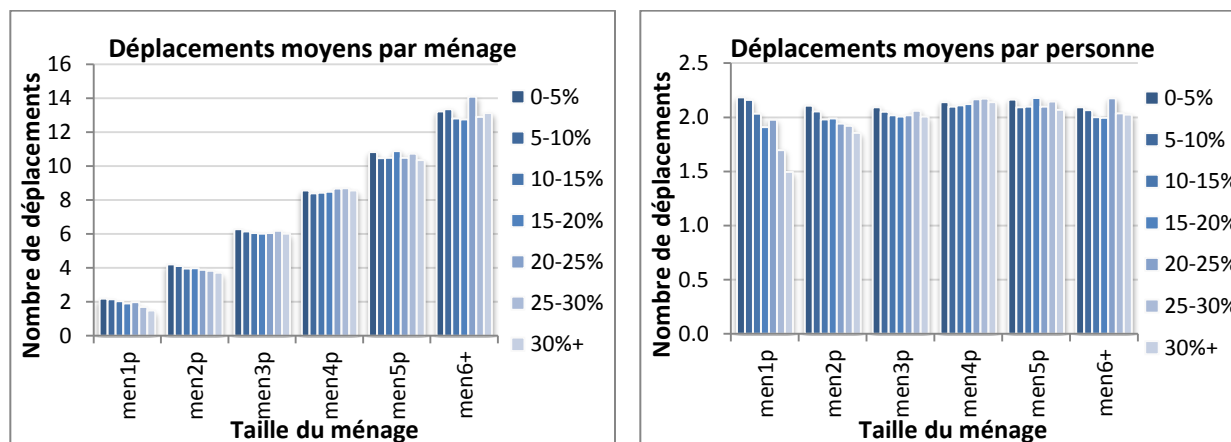


Figure 4.41 Effet du pourcentage de personnes de 65 ans et plus sur la mobilité

L'effet du pourcentage des personnes de 65 ans et plus est surtout visible pour les ménages à une et deux personnes. Plus la proportion de personnes de 65 ans et plus augmente, moins les ménages à une et deux personnes se déplacent.

4.5 Déplacements en transport collectif

Plusieurs variables ont été identifiées pour avoir un effet sur la mobilité des ménages, mais toutes ces variables n'ont peut-être pas toutes une influence sur le nombre de déplacements faits en transport collectif. Cette section porte sur les variables qui pourraient avoir une influence sur le taux de mobilité en transport en commun des personnes et des ménages.

4.5.1 Âge des personnes

Précédemment, à la Figure 4.31, il a été vu que la classe de 25 à 54 ans est celle qui fait le plus de déplacements quotidiennement. Par contre, il est observé à la Figure 4.42 que ce sont les 15 à 34 ans qui font le plus de déplacements en transport en commun.

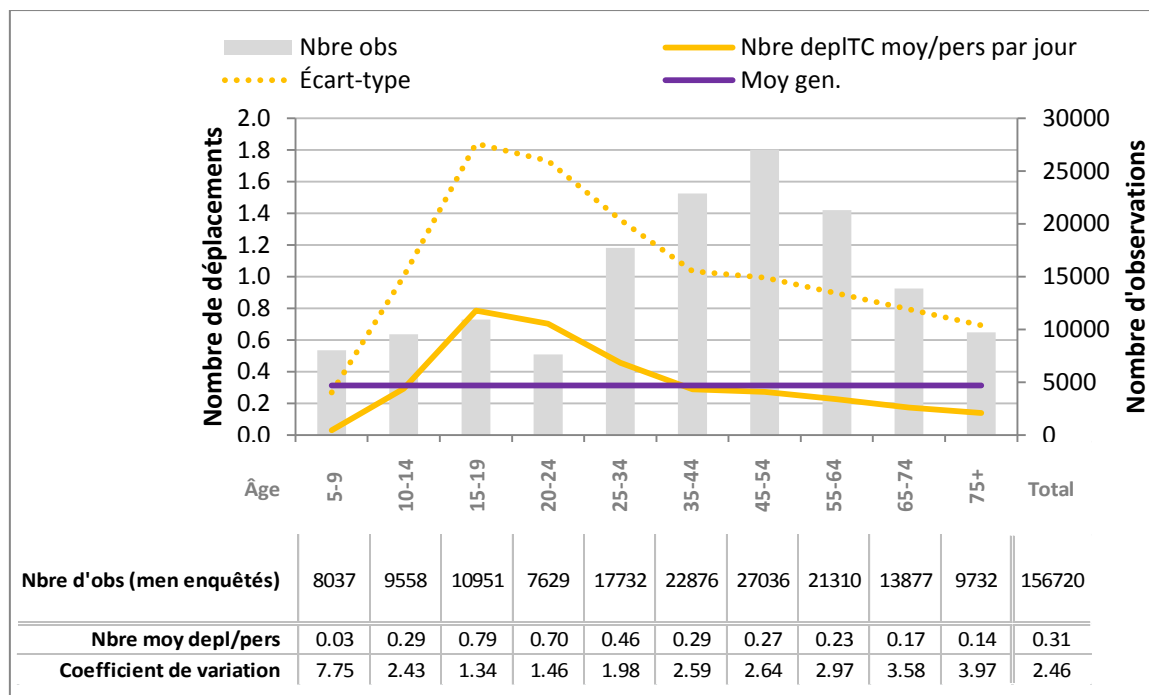


Figure 4.42 Relation entre l'âge des personnes et le nombre de déplacements fait en transport collectif

Il peut être observé à la Figure 4.43 que les femmes empruntent davantage les transports collectifs que les hommes. Aussi, les personnes dans les ménages à une et deux personnes ont des taux de déplacements en transport collectif supérieurs comparativement aux personnes des autres tailles de ménage.

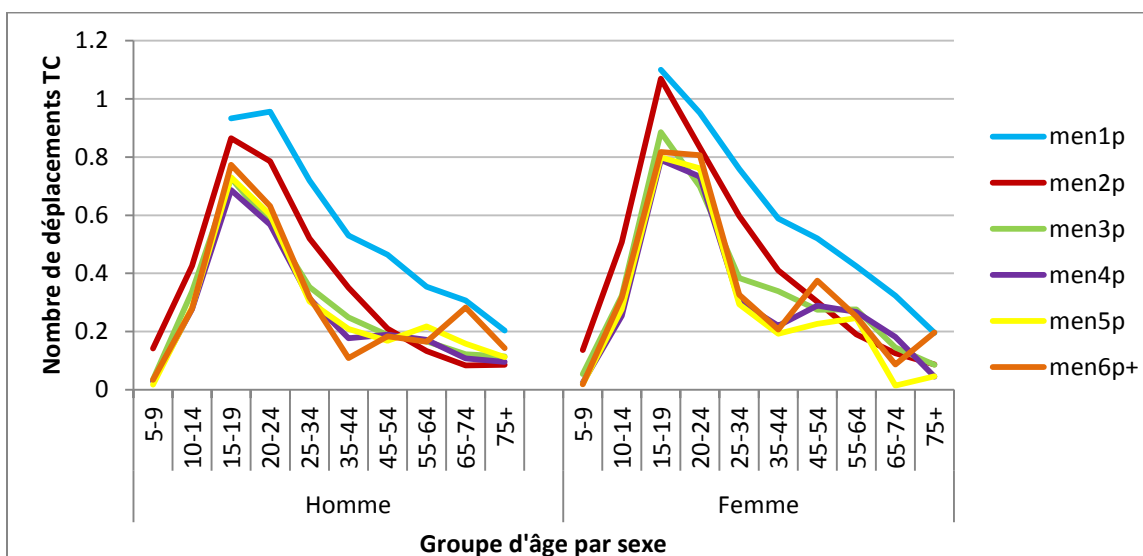


Figure 4.43 Taux de déplacements TC des personnes selon l'âge, le sexe et la taille du ménage

4.5.2 Nombre d'enfants

À la section 4.3.2, il a été vu que le nombre d'enfants avait un effet significatif sur la mobilité des ménages. D'ailleurs, les déplacements avec des enfants peuvent être plus compliqués, surtout en transport collectif.

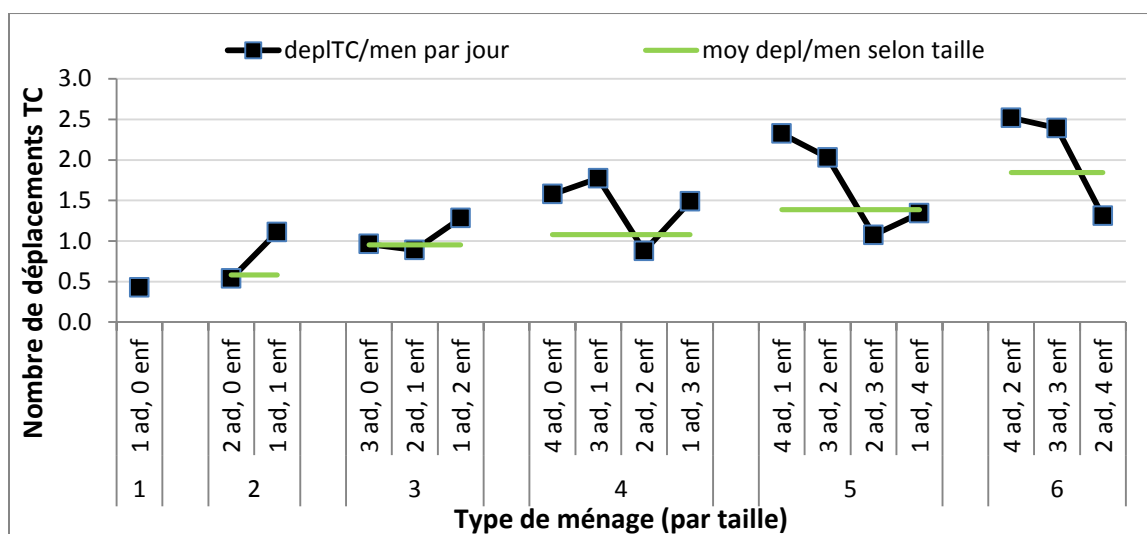


Figure 4.44 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des ménages

Effectivement, à la Figure 4.44, pour une famille typique de deux adultes et deux enfants, il y a une baisse marquée de l'utilisation du transport collectif comparativement aux autres types de ménages à quatre personnes. Par contre, pour les ménages à deux et trois personnes, lorsqu'il y a un seul adulte et la présence d'enfants dans le ménage, le taux de déplacements en transport en commun augmente comparativement à un ménage sans enfant.

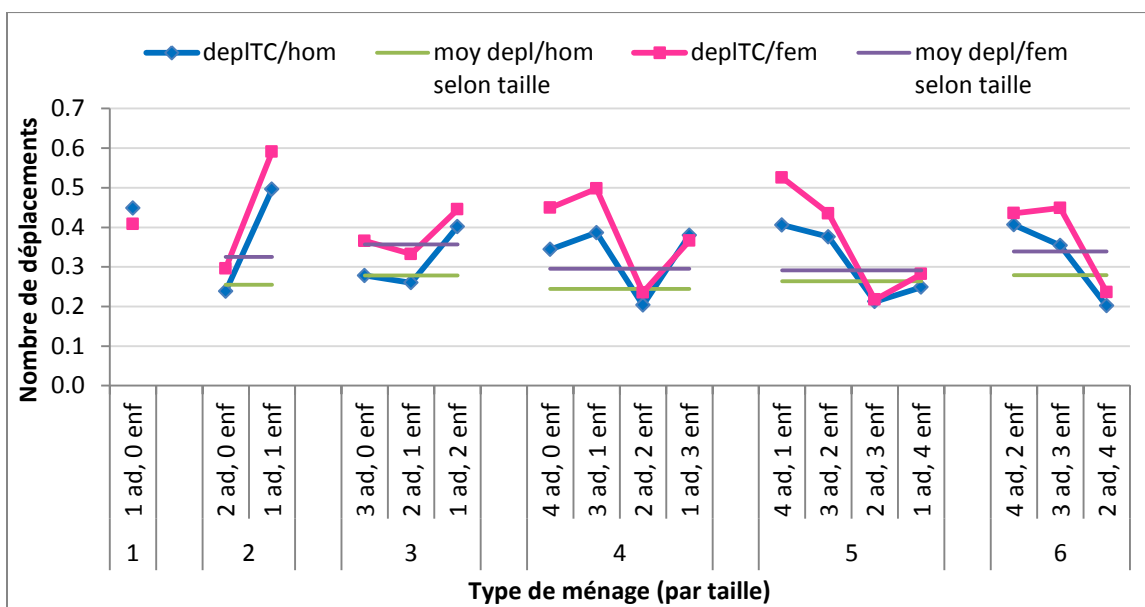


Figure 4.45 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des personnes

Encore une fois, à la Figure 4.45, il est possible de voir que les femmes se déplacent davantage en transport en commun que les hommes surtout lorsqu'il y a absence ou présence d'enfants dans le ménage.

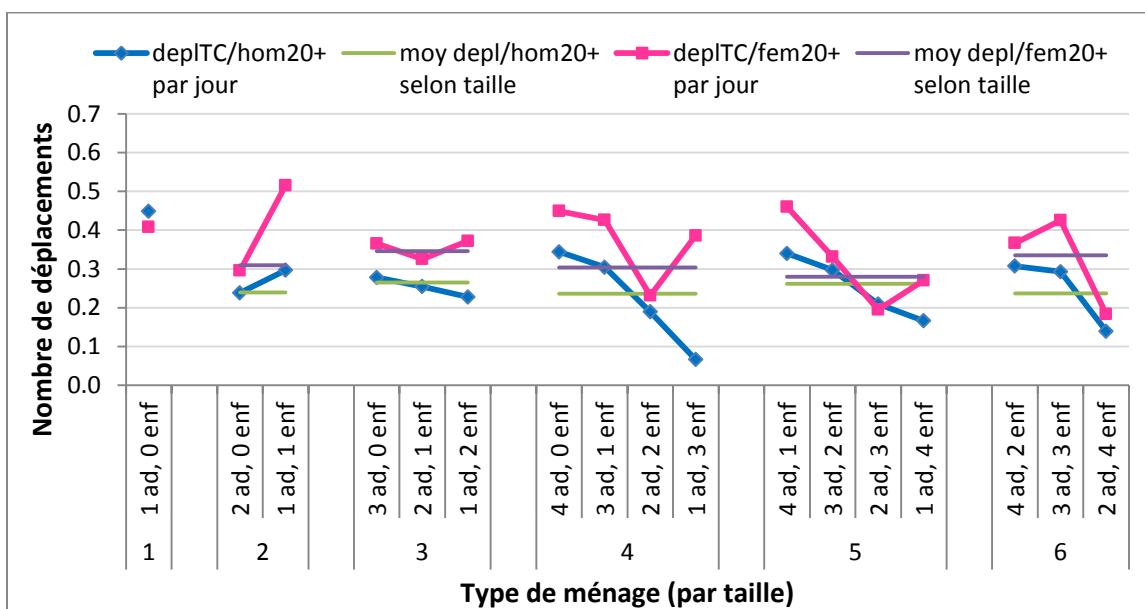


Figure 4.46 Effet de la présence d'enfants sur le nombre de déplacements en transport collectif des adultes

L'utilisation du transport en commun des femmes adultes est de beaucoup supérieure à celle des hommes adultes d'après ce qui est observé à la Figure 4.46. Même en présence d'enfants, les femmes se déplacent davantage en transport collectif que les hommes.

4.5.3 Le voisinage

L'utilisation du transport collectif dépend beaucoup de l'offre de service à proximité et de la localisation du domicile face à cette offre. Quelques variables de voisinage sont analysées afin d'identifier si elles ont un impact sur l'utilisation du transport collectif. Voici l'effet des densités de logements et de population aux Figure 4.47 et Figure 4.48.

4.5.3.1 Densité de logements

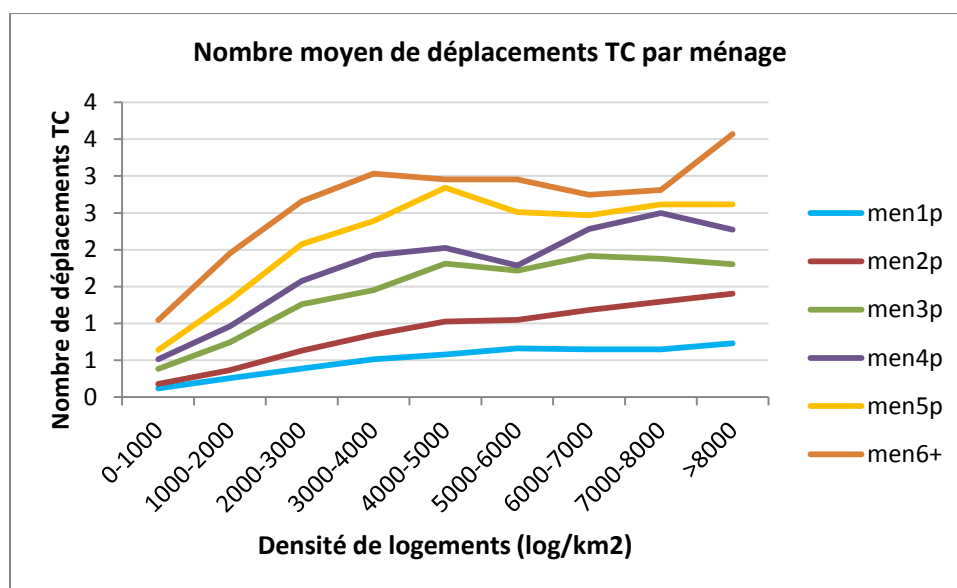


Figure 4.47 Effet de la densité de logements sur l'utilisation du transport collectif

4.5.3.2 Densité de population

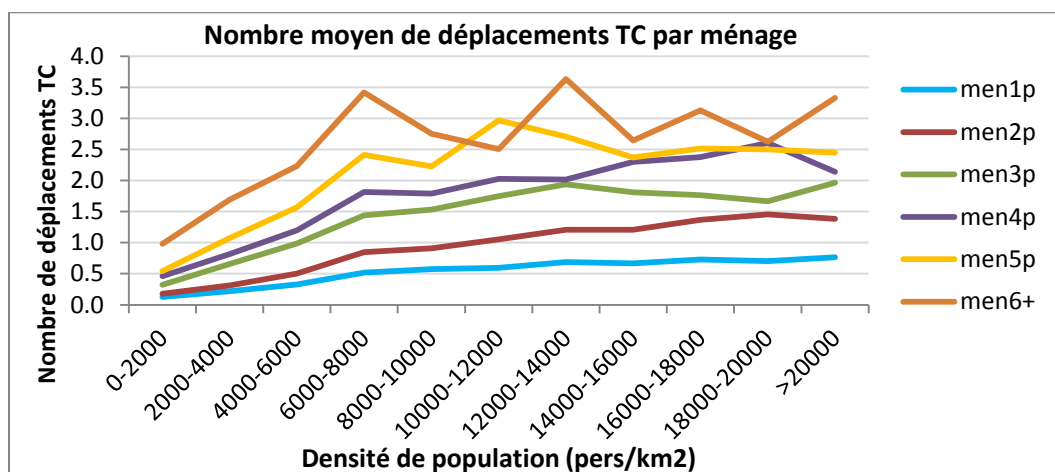


Figure 4.48 Effet de la densité de population sur l'utilisation du transport collectif

Les densités de population et de logements sont des variables qui ont un effet semblable sur l'utilisation du transport collectif. En effet, plus celles-ci augmentent, plus l'utilisation du transport en commun augmente. L'effet est certainement lié à la corrélation entre la densité et la proximité du centre-ville et ainsi l'offre intéressante de transport collectif. L'effet de la distance par rapport au centre-ville est justement illustré à la Figure 4.49. L'utilisation de transport collectif diminue effectivement avec l'éloignement du centre-ville. Il est à noter qu'il y a beaucoup moins d'observations pour les ménages à cinq personnes et plus que pour les autres tailles de ménage ce qui rend leur courbe irrégulière et probablement non-significative.

4.5.3.3 La distance par rapport au centre-ville

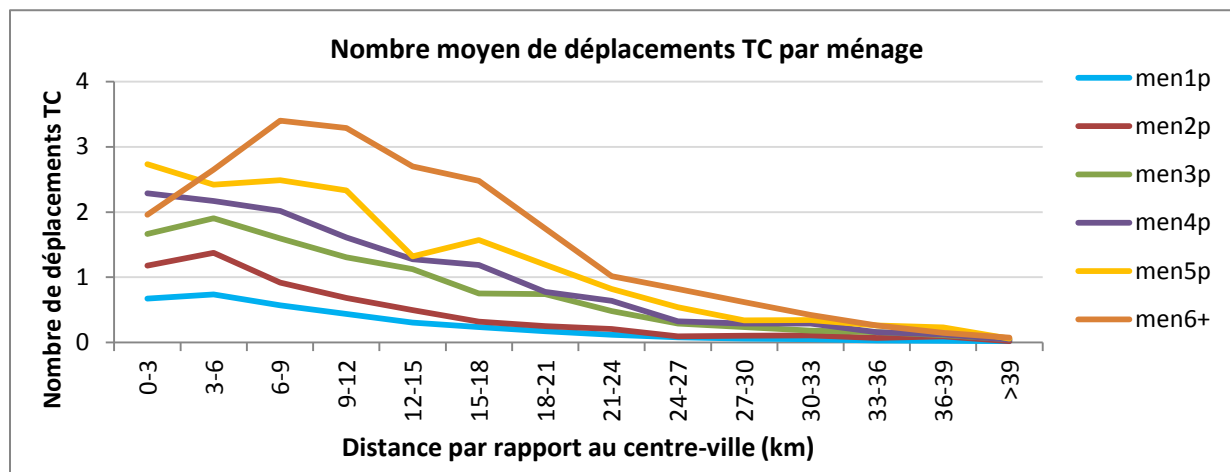


Figure 4.49 Effet de la distance par rapport au centre-ville sur l'utilisation du transport collectif

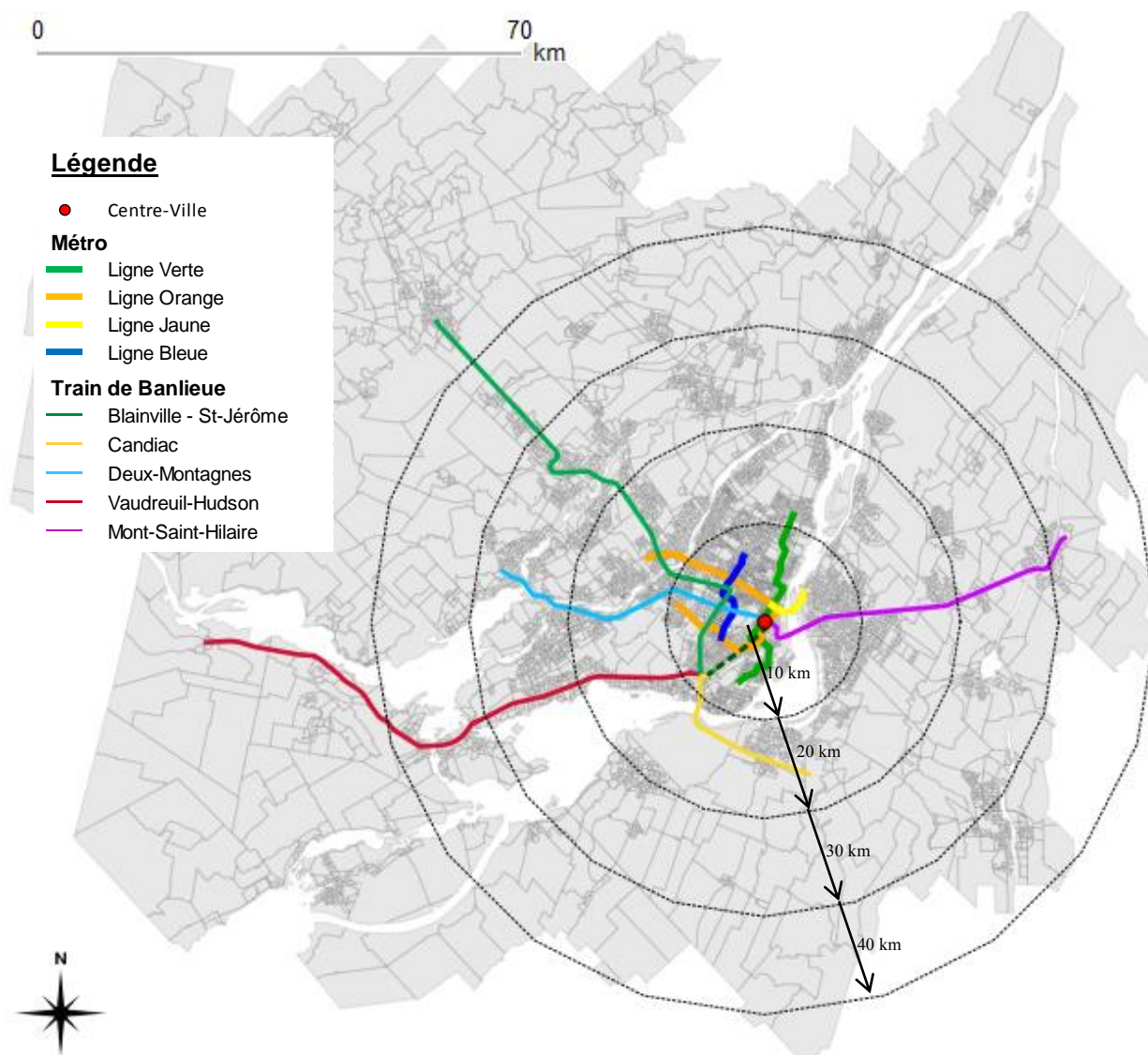


Figure 4.50 Représentation du centre-ville par rapport aux infrastructures lourdes de transport collectif

4.5.3.4 Le niveau de service du transport collectif

Comme il était prévisible, la Figure 4.51 illustre que plus le niveau de service du transport collectif est élevé, plus son utilisation augmente. En effet, le nombre de passages-arrêts dans un rayon de 500 m autour du domicile du ménage représente le niveau de service en transport en commun (tous modes de transport en commun confondus), incluant le service de métro, de train et d'autobus. Il est à noter que le nombre d'observations pour les ménages à cinq personnes et plus est plus faible que pour les autres tailles. Voici à la Figure 4.50 une représentation du territoire avec des rayons autour du centre-ville ainsi que les infrastructures lourdes de transport collectif (train et métro).

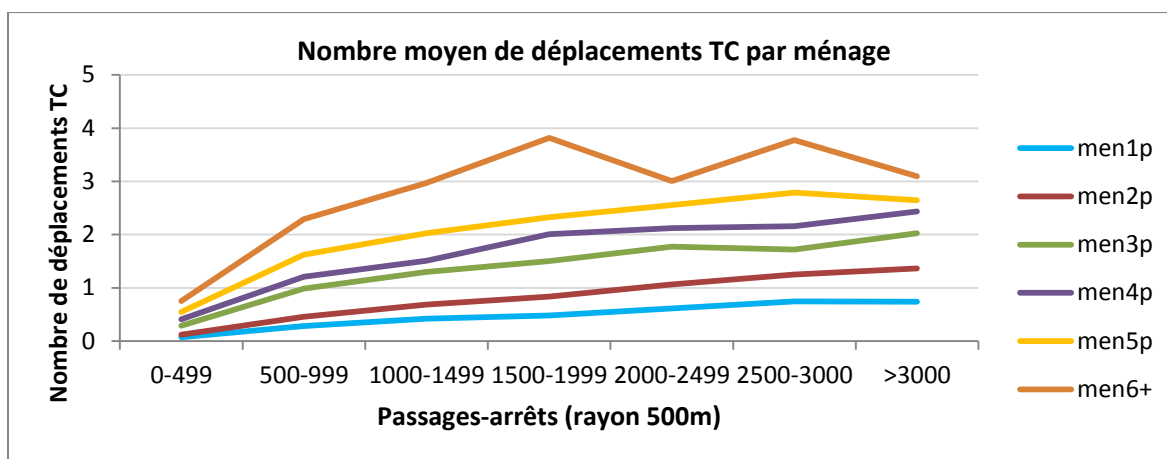


Figure 4.51 Effet du niveau de l'offre du transport collectif sur son utilisation

4.5.3.5 La présence d'une station de métro ou de train

Les Figure 4.52 et Figure 4.53 représentent l'effet de la présence d'une gare de train ou d'une station de métro à proximité du domicile sur l'utilisation du transport collectif par les ménages.

L'effet de la présence d'une station n'est pas le même pour toutes les tailles de ménage. Les ménages à une personne sont ceux pour qui la présence d'une station de métro a le moins d'influence sur l'utilisation du transport en commun. Effectivement, pour toutes les autres tailles de ménage, l'effet de la présence d'une telle infrastructure est plus marqué avec une augmentation entre 1 et 1,5 déplacement par ménage.

La présence du train a globalement moins d'influence sur le nombre de déplacements fait en transport collectif par les ménages. L'effet est même presque nul pour les ménages à une et deux personnes.

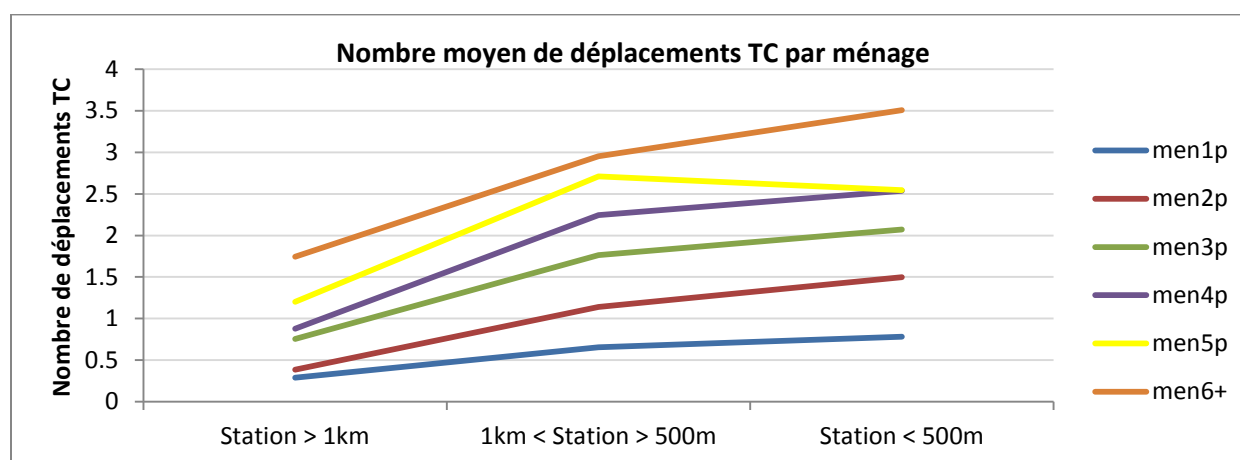


Figure 4.52 Effet de la proximité d'une station de métro sur l'utilisation du transport collectif

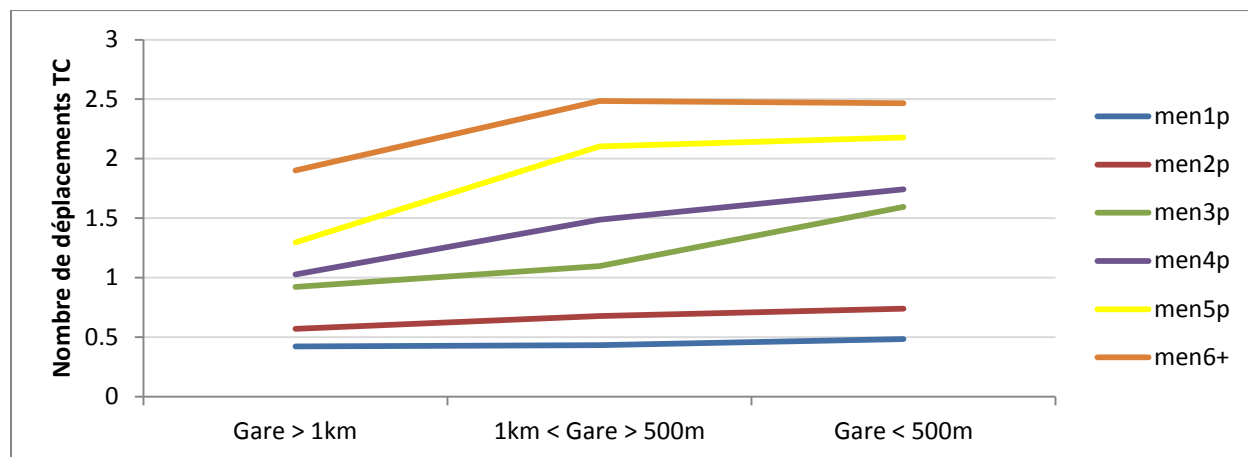


Figure 4.53 Effet de la proximité d'une gare de train sur l'utilisation du transport collectif

4.6 Synthèse

Plusieurs variables ont démontré avoir un effet sur la mobilité des ménages. D'autres variables par contre, n'ont pas démontré d'effet fort ou leur effet n'était pas clair. Le Tableau 4.2 présente un résumé des effets des variables sur la mobilité. La mobilité est séparée en deux parties : les déplacements tous modes et les déplacements en transport collectif. Aussi, les effets par taille de ménage sont détaillés. Dans le tableau, le terme « Pas d'effet » réfère à un effet très faible, négligeable. Le terme « Neg » traduit que si la valeur de la variable augmente, la mobilité diminue et le terme « Pos » le contraire, c'est-à-dire que si la valeur de la variable augmente, la mobilité augmente. Finalement, le terme « Effet varié » est utilisé lorsque l'effet de la variable est positif et négatif à la fois selon le degré de celle-ci. Par exemple, lors de la présence d'enfant en relation avec le nombre de déplacements en transport collectif, pour les ménages à quatre personnes, la présence d'un enfant augmente le nombre de déplacements TC tandis que la présence de deux enfants le diminue. Il est à noter que ce tableau réfère seulement aux relations observées. La significativité des effets reste à être évaluée pour chacune de ces relations.

Tableau 4.2 Synthèse des effets de variables étudiées sur la mobilité

	Tous ménages	Men1p	Men2p	Men3p	Men4p	Men5p	Men6p+
Déplacements tous modes							
Taille	Pos						
Présence d'enfant			Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Âge	10-19 ans: Pos 24-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	15-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	10-54: Pos 55 ans+: Neg	5-19 ans: Pos 20-24 ans: Neg 25-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	5-19 ans: Pos 20-24 ans: Neg 25-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	5-19 ans: Pos 20-24 ans: Neg 25-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	5-19 ans: Pos 20-24 ans: Neg 25-54 ans: Pos 55 ans+: Neg
Densité de logements		Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet
Niveau de service TC	Neg	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet
Revenu moyen		Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Taux d'activité		Pos	Pos	Pas d'effet	Pos	Pos	Pos
Taux de chômage		Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
%10 à 19 ans		Pas d'effet	Pas d'effet	Pos	Pas d'effet	Pos	Pas d'effet
%20 à 34 ans		Pos	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg
%65 ans+		Neg	Neg	Neg	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet
Deplacements TC							
Âge	5-14 ans: Neg 15-34 ans: Pos 35 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-54 ans: Pos 55 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-44 ans: Pos 45 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-34 ans: Pos 35 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-34 ans: Pos 35 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-34 ans: Pos 35 ans+: Neg	5-14 ans: Neg 15-34 ans: Pos 35 ans+: Neg
Présence d'enfant			Pos	Effet varié	Effet varié	Neg	Neg
Densité de logements		Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Densité de population		Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Distance par rapport au centre-ville		Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
Niveau de service TC		Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Présence d'une station de métro		Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
Présence d'une gare de train		Pas d'effet	Pas d'effet	Pos	Pos	Pos	Pos

CHAPITRE 5 MODÉLISATION

Suite aux résultats de l'analyse descriptive, quatre approches de modélisation de la génération de déplacements sont développées lesquelles nécessitent plusieurs modèles. La première approche est une méthode directe de génération de déplacements par zone en fonction de variables explicatives. Les trois approches suivantes utilisent un modèle de répartition des ménages par taille, pour ensuite utiliser trois différents modèles de génération de déplacements par taille de ménage. Pour élaborer et tester les différents modèles, dans chacun des cas, la moitié de l'échantillon de données est sélectionnée afin d'élaborer le modèle et l'autre moitié sert à la simulation et à l'analyse des erreurs.

Tout d'abord, le modèle de répartition des ménages par taille est détaillé, suivi des quatre approches de génération de déplacements tous modes. La dernière approche n'est pas un modèle mais une application des distributions probables des déplacements selon des variables sélectionnées. Les quatre approches sont reprises pour la génération de déplacements en transport collectif. Les approches restent les mêmes, mais le choix des variables est différent. Finalement, la troisième approche est reprise et appliquée cinq ans plus tôt, c'est-à-dire avec les données de recensement 2001 et celles de l'enquête Origine-Destination 2003. Une comparaison de l'effet des variables dans le temps est faite.

Il est à noter que toutes les variables étudiées dans ces modèles ne sont pas nécessairement disponibles dans un cas réel de construction résidentielle. Effectivement, les variables de voisinage tels le taux d'emploi ou le revenu moyen des ménages, sont des variables difficilement dérivables lors de la construction d'un nouveau quartier résidentiel. Aussi, il se peut que le projet résidentiel soit connu, mais sans information détaillée tels le nombre de chambre par logement ni même le nombre de logements. La modélisation est plutôt faite de façon descriptive dans ce mémoire afin d'évaluer les variables qui ont un impact sur la répartition des ménages par taille et la génération de déplacements.

Ces approches, contrairement au *Trip Generation* de l'ITE, considèrent tous les déplacements effectués par les ménages, même ceux effectués sans lien avec le domicile.

5.1 Répartition des ménages

Une répartition des ménages est utilisée afin de déterminer le nombre de ménages par type dans une zone et ainsi calculer plus facilement la génération de déplacements en fonction de ces types de ménage plutôt qu'avec seulement avec les caractéristiques de la zone. La répartition des ménages est faite par taille, puisque cette catégorisation est possible avec les deux types de données soit l'enquête Origine-Destination et le recensement. Effectivement, dans le recensement, deux types de ménages sont disponibles : par la taille du ménage et par le type de famille (nombre d'enfants). Le type de famille auraient été une catégorisation intéressante des ménages, mais il représente trop peu de ménages pour être utilisé. En effet, les familles représentent 66% des ménages dans le recensement. La répartition des ménages par taille servira aux approches 2, 3 et 4 de génération de déplacements.

La modélisation doit être faite en considérant qu'il y a plusieurs variables dépendantes (% de ménages à une personne, à deux personnes, à trois personnes et à quatre personnes et plus). Un type de modèle qui a été testé est la régression multivariée multiple puisqu'il permet d'inclure plusieurs variables dépendantes. Ce type de modèle est en fait composé de régressions linéaires multiples pour chacune des variables dépendantes, mais en considérant un lien entre elles. En effet, ici, il faut que la somme des variables dépendantes soit de 100%.

Puisque les régressions sont linéaires, il arrive parfois que pour assurer la somme des variables dépendantes à 100%, que l'une ou plusieurs d'entre elles se voient affecter une valeur négative. Pour remédier à cette situation qui n'a pas de sens, un ajustement proportionnel de ces valeurs est fait pour que toutes les répartitions soient de valeur supérieure ou égale à zéro.

De plus, ce type de modèle requiert que les variables indépendantes qui décrivent la répartition des ménages par taille soient les mêmes pour chacune des tailles de ménages. Cette contrainte apporte des effets indésirables puisque ce ne sont pas les mêmes variables indépendantes qui décrivent bien chacune des tailles de ménage. En effet, une variable indépendante peut être très influente pour décrire la proportion de ménages à une personne par exemple et presque pas pour la prédiction des ménages à deux personnes.

50% des ADIDU sont sélectionnés pour bâtir le modèle. Le modèle sera testé sur les 50% des ADIDU restant pour voir s'il arrive à prédire la répartition des ménages de façon satisfaisante.

Voici au Tableau 5.2 le résultat du modèle pour des variables indépendantes sélectionnées et détaillées au Tableau 5.1.

Tableau 5.1 Description des variables du modèle de répartition des ménages par taille

Variable	Description
densitePop	Densité de population de la zone (Pop/km2)
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans la zone
valeur_log	Valeur moyenne des logements de la zone
tauxempl	Nombre de résidents sur 100 possédant un emploi dans la zone
%0-9ans	Pourcentage des résidents âgés de 0 à 9 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone

Équation 5.1 Équations reliées au modèle de répartition des ménages par taille

- 1) $\%men1p + \%men2p + \%men3p + \%men4p = 1$
- 2) $\%men1p = -1.4 * 10^{-6} * densitePop - 0.205 * nb_chambre + 1.3 * 10^{-7} * valeurLog - 7.6 * 10^{-4} * TauxEmpl - 0.771 * 09ans - 0.007 * 5564ans + 0.899$
- 3) $\%men2p = -1.2 * 10^{-6} * densitePop - 0.005 * nb_chambre - 7.9 * 10^{-8} * valeurLog + 4.2 * 10^{-4} * TauxEmpl - 0.249 * 09ans + 0.609 * 5564ans + 0.296$
- 4) $\%men3p = 1.0 * 10^{-6} * densitePop + 0.050 * nb_chambre - 7.6 * 10^{-8} * valeurLog + 4.3 * 10^{-4} * TauxEmpl + 0.337 * 09ans - 0.057 * 5564ans - 0.001$
- 5) $\%men4p = 1.6 * 10^{-6} * densitePop + 0.160 * nb_chambre + 2.3 * 10^{-8} * valeurLog - 1.1 * 10^{-4} * TauxEmpl + 0.683 * 09ans - 0.539 * 5564ans - 0.192$

Tableau 5.2 Modèle de répartition des ménages par taille

Variable	Moyenne	%men1p				%men2p				%men3p				%men4p+			
		Nombre d'observations: 3195				Nombre d'observations: 3195				Nombre d'observations: 3195				Nombre d'observations: 3195			
		R-sq : 0.8366				R-sq : 0.2759				R-sq : 0.5194				R-sq : 0.7809			
		Coefficient	Effet moyen	P> t		Coefficient	Effet moyen	P> t		Coefficient	Effet moyen	P> t		Coefficient	Effet moyen	P> t	
densitePop	6435.93	-1.4E-06	-0.008	0.000		-1.2E-06	-0.007	0.000		1.0E-06	0.006	0.000		1.6E-06	0.009	0.000	
nb_chambre	2.49	-0.205	-0.519	0.000		-0.005	-0.013	0.014		0.050	0.127	0.000		0.160	0.405	0.000	
valeur_log	229067.38	1.3E-07	0.032	0.000		-7.9E-08	-0.019	0.000		-7.6E-08	-0.018	0.000		2.3E-08	0.005	0.009	
tauxempl	61.61	-7.6E-04	-0.047	0.000		4.2E-04	0.026	0.000		4.3E-04	0.027	0.000		-1.1E-04	-0.007	0.285	
%0-9ans	0.10	-0.771	-0.079	0.000		-0.249	-0.026	0.000		0.337	0.035	0.000		0.683	0.070	0.000	
%55-64ans	0.12	-0.007	-0.001	0.834		0.609	0.074	0.000		-0.057	-0.007	0.004		-0.539	-0.065	0.000	
constante		0.899	0.899	0.000		0.296	0.296	0.000		-0.001	-0.001	0.917		-0.192	-0.192	0.000	
			0.276				0.331				0.168				0.225		

Il est possible de voir avec l'effet moyen que les variables les plus influentes varient selon la taille du ménage. En effet, pour les ménages à une personne, trois personnes et quatre personnes et plus, le nombre moyen de chambres et le pourcentage de personnes de 0 à 9 ans sont les variables les plus influentes, tandis que le taux d'emploi, le pourcentage de 0 à 9 ans et de 55 à 64

ans sont celles qui influencent davantage la proportion de ménages à deux personnes. De plus, certaines variables ne sont pas significatives pour toutes les tailles de ménage. La densité de population est une variable significative, mais son effet moyen est très faible pour toutes les tailles de ménages. Des catégories de densité auraient pu être testées afin de voir si elles influenceraient davantage la répartition des ménages comparativement à la densité elle-même en variable continue. En effet, le sens de l'influence de la densité est particulier dans ce modèle. Selon les résultats, plus la densité de population augmente moins il y a présence de ménages à une et deux personnes et plus il y a présence de ménages de trois personnes et plus. Intuitivement, ce n'est pas ce qui était attendu, puisque typiquement, il est supposé que dans les milieux plus denses, il y ait une présence plus forte de ménages de petite taille.

Le nombre moyen de chambres influence négativement la présence de ménages de une et deux personnes mais au positivement corrélé avec la présence de ménages de 3 personnes et plus. Plus la valeur moyenne de logement augmente, plus il risque d'y avoir présence de ménages d'une et de quatre personnes et plus selon le modèle. Le pourcentage de 0 à 9 ans influence positivement la présence de ménages de trois personnes et plus comme il était attendu. En effet, dans un voisinage composé d'une forte proportion de 0 à 9 ans, il est probable que le voisinage soit composé de familles, donc de ménages de trois personnes et plus. Le pourcentage de 55 à 64 ans influence positivement la proportion de ménages à deux personnes. En effet, pour des gens âgés de 55 à 64 ans, il est plus probable de rencontrer des ménages à une ou deux personnes. Par contre, dans ce modèle, cette variable n'est pas significative pour les ménages à une personne.

Comme mentionné au Chapitre 4, les ménages à deux personnes sont ceux qui sont les plus difficiles à prévoir. En effet, un ménage à deux personnes peut avoir de multiples compositions de types de personne. Il peut s'agir d'un jeune couple, de colocataires, d'une famille monoparentale ou d'un couple de personnes âgées. Cette taille de ménage est donc plus difficile à décrire avec les variables explicatives et elle possède le plus petit coefficient de détermination (R^2) quant à la prédiction de sa proportion. Ces ménages sont ceux pour qui le modèle est le moins performant, mais ils représentent le tiers des ménages (33%).

Le modèle est appliqué sur le 50% des ADIDU restant et après l'ajustement des répartitions pour éliminer les valeurs négatives, les erreurs sont analysées et présentées à la Figure 5.1.

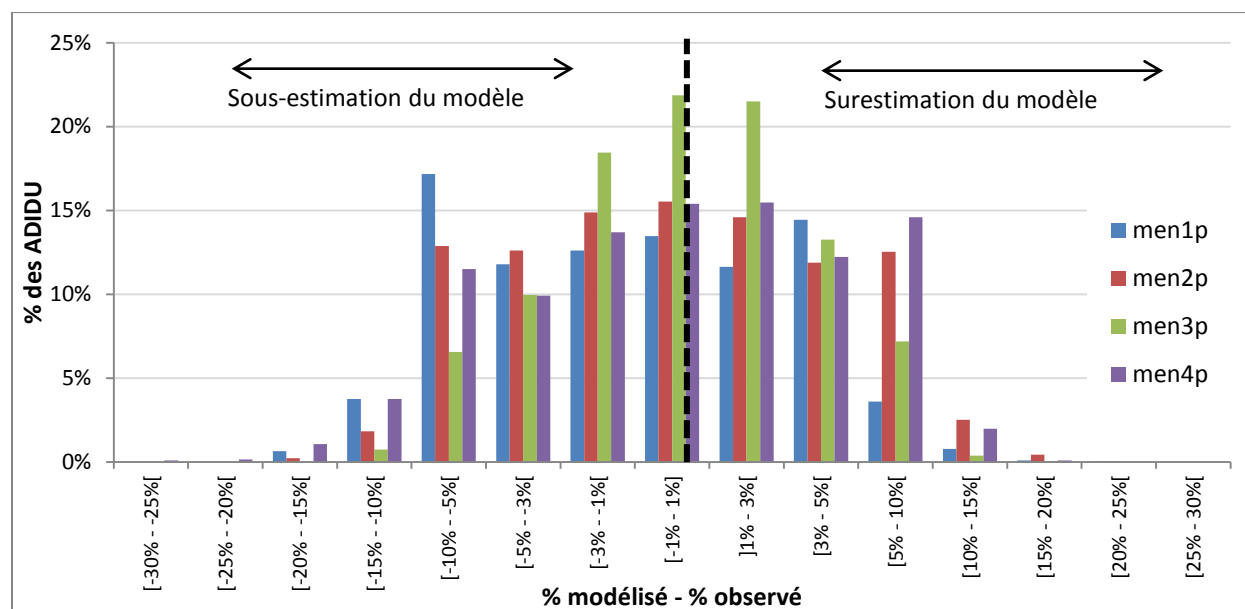


Figure 5.1 Distribution des erreurs du modèle de répartition des ménages

Il est possible de voir sur la Figure 5.1 que les ménages à une personne ont tendance à être sous-estimés et que les ménages à trois et quatre personnes et plus sont légèrement surestimés. Les Figure 5.2 à Figure 5.5 représentent les erreurs spatialisées du modèle appliqué sur les 50% des ADIDU restant. Les erreurs sont complémentaires puisque la somme des répartitions pour une zone doit donner 100%.

En observant la Figure 5.2, il est possible de constater que les ménages à une personne sont curieusement sous-estimés près du centre-ville de Montréal et sur les rives à proximité de Montréal. Les ménages à trois personnes quant à eux sont généralement surestimés sur l'ensemble du territoire. Une surestimation des plus grandes tailles de ménages au profit des ménages à une personne peut amener à une surévaluation du nombre de déplacements.

Ménages à une personne

Légende

Modélisé - Observé

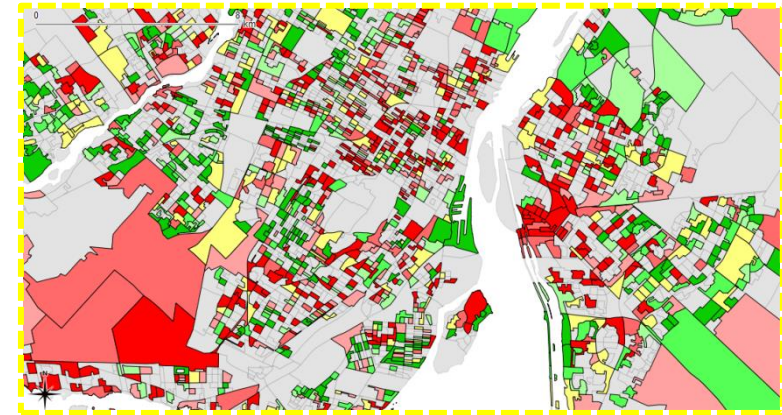
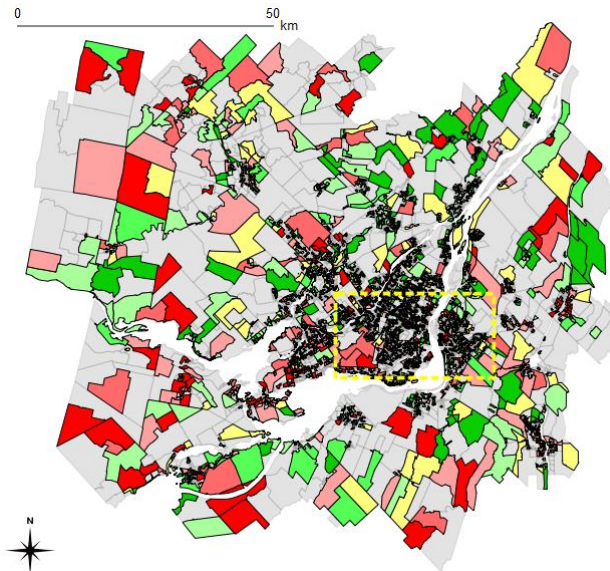
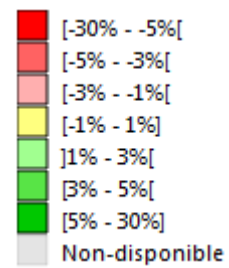


Figure 5.2 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à une personne

Ménages à deux personnes

Légende

Modélisé - Observé

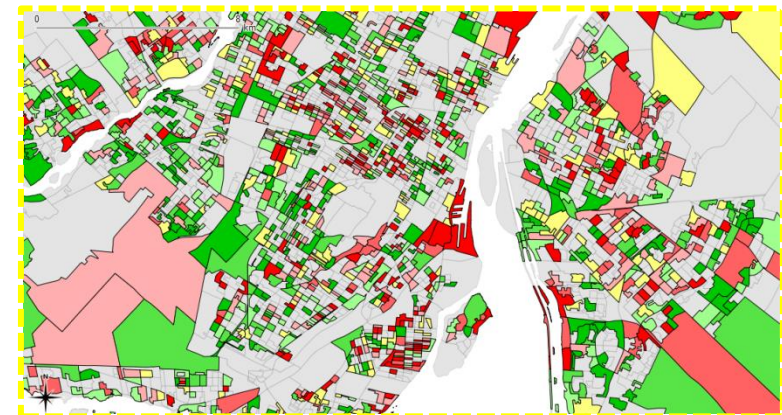
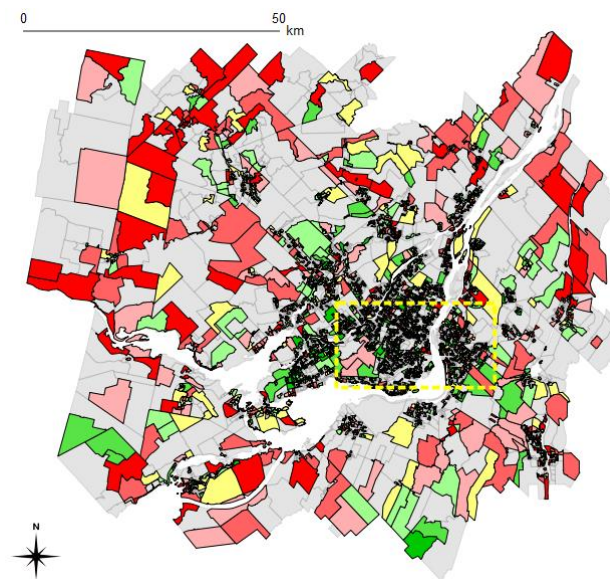
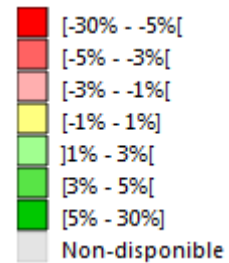


Figure 5.3 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à deux personnes

Ménages à trois personnes

Légende

Modélisé - Observé

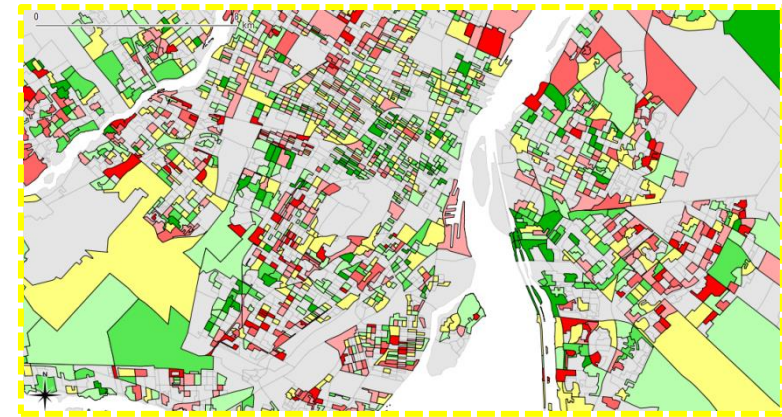
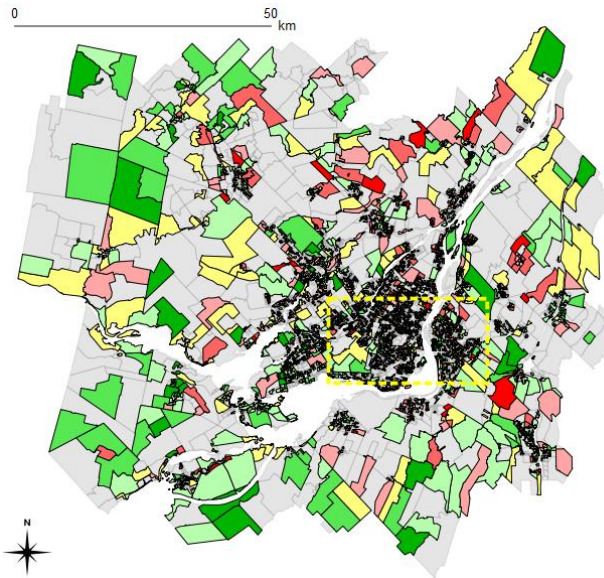
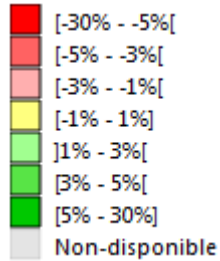


Figure 5.4 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à trois personnes

Ménages à quatre personnes et plus

Légende

Modélisé - Observé

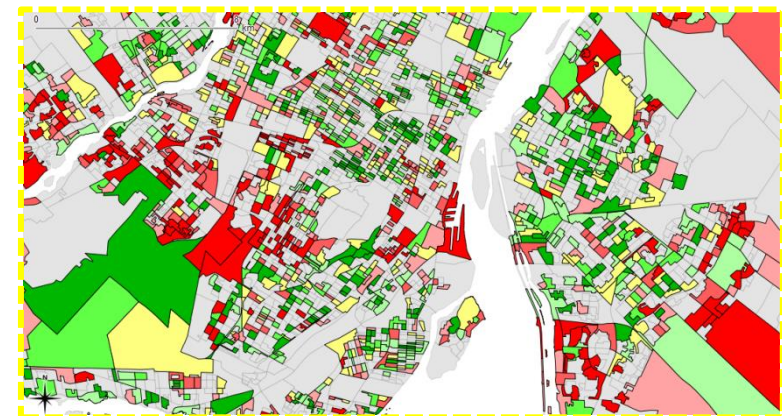
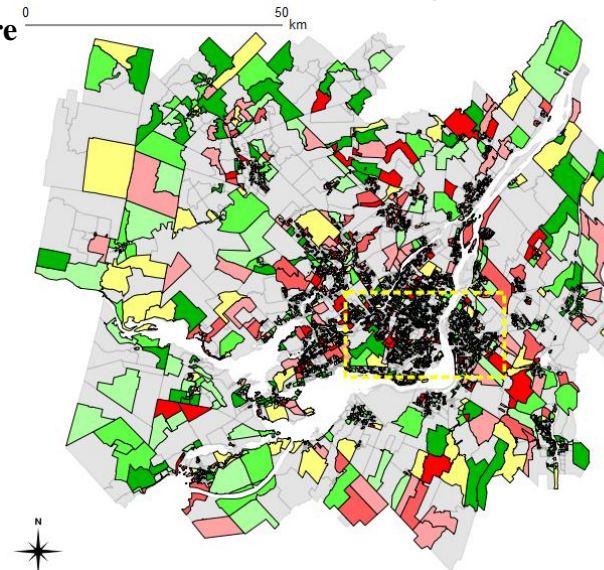
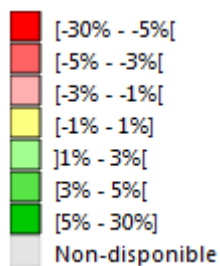


Figure 5.5 Erreurs sur la prédiction de la répartition des ménages à quatre personnes

5.1.1 Évolution de la répartition des ménages dans le temps

La répartition des ménages par taille est faite avec les données du recensement de 2001 pour voir si le modèle est porté à changer dans le temps. Les mêmes variables explicatives qu'avec les données de 2006 sont conservées afin de comparer les coefficients et l'effet moyen de chacune des variables. Encore une fois pour ce lot de données, le modèle est fait avec seulement 50% des données pour qu'une simulation puisse être faite au besoin. Voici les résultats du modèle de répartition des ménages par taille au Tableau 5.3.

Tableau 5.3 Évolution du modèle de répartition des ménages par taille

Répartition des ménages 2001

Variable	Moyenne	%men1p			%men2p			%men3p			%men4p+		
		Nombre d'observations: 2833			Nombre d'observations: 2833			Nombre d'observations: 2833			Nombre d'observations: 2833		
		R-sq : 0.8579			R-sq : 0.2534			R-sq : 0.5388			R-sq : 0.8008		
		Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t
densitePop	7295.91	-1.30E-06	-0.009	0.000	-6.79E-07	-0.005	0.001	5.63E-07	0.004	0.000	1.41E-06	0.010	0.000
nb_chambre	2.45	-0.208	-0.511	0.000	-0.018	-0.043	0.000	0.049	0.120	0.000	0.177	0.434	0.000
valeurLog	133304.03	2.45E-07	0.033	0.000	-8.66E-08	-0.012	0.000	-1.43E-07	-0.019	0.000	-1.54E-08	-0.002	0.368
tauxempl	60.87	-1.08E-03	-0.066	0.000	6.39E-04	0.039	0.000	5.33E-04	0.032	0.000	-9.11E-05	-0.006	0.426
%0-9ans	0.12	-0.806	-0.094	0.000	-0.162	-0.019	0.000	0.344	0.040	0.000	0.624	0.073	0.000
%55-64ans	0.10	-0.231	-0.024	0.000	0.745	0.077	0.000	0.067	0.007	0.005	-0.582	-0.060	0.000
constante		0.945	0.945	0.000	0.283	0.283	0.000	-0.013	-0.013	0.038	-0.215	-0.215	0.000
			0.274			0.319			0.172			0.235	

Répartition des ménages 2006

Variable	Moyenne	%men1p			%men2p			%men3p			%men4p+		
		Nombre d'observations: 3195			Nombre d'observations: 3195			Nombre d'observations: 3195			Nombre d'observations: 3195		
		R-sq : 0.8366			R-sq : 0.2759			R-sq : 0.5194			R-sq : 0.7809		
		Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t	Coefficient	Effet moyen	P> t
densitePop	6435.93	-1.4E-06	-0.008	0.000	-1.2E-06	-0.007	0.000	1.0E-06	0.006	0.000	1.6E-06	0.009	0.000
nb_chambre	2.49	-0.205	-0.519	0.000	-0.005	-0.013	0.014	0.050	0.127	0.000	0.160	0.405	0.000
valeur_log	229067.38	1.3E-07	0.032	0.000	-7.9E-08	-0.019	0.000	-7.6E-08	-0.018	0.000	2.3E-08	0.005	0.009
tauxempl	61.61	-7.6E-04	-0.047	0.000	4.2E-04	0.026	0.000	4.3E-04	0.027	0.000	-1.1E-04	-0.007	0.285
%0-9ans	0.10	-0.771	-0.079	0.000	-0.249	-0.026	0.000	0.337	0.035	0.000	0.683	0.070	0.000
%55-64ans	0.12	-0.007	-0.001	0.834	0.609	0.074	0.000	-0.057	-0.007	0.004	-0.539	-0.065	0.000
constante		0.899	0.899	0.000	0.296	0.296	0.000	-0.001	-0.001	0.917	-0.192	-0.192	0.000
			0.276			0.331			0.168			0.225	

Il est à noter que les deux modèles ne sont pas élaborés en fonction du même territoire. En effet, les territoires étant basés sur l'étendue de l'enquête Origine-Destination, le territoire de 2001 est plus petit que celui 2006. Les moyennes de deux variables ont considérablement changé de 2001 à 2006 : la densité de population et la valeur moyenne des logements. La densité de population moyenne a diminué tandis que la valeur des logements a augmenté. Généralement pour les deux années, pour toutes les tailles de ménages, les coefficients sont du même ordre de grandeur et du

même sens. Un cas fait exception à cette observation. Pour les ménages à trois personnes le pourcentage de personnes âgées de 55 à 65 ans influence positivement la proportion en 2001 tandis qu'elle influence négativement la proportion en 2006. L'effet moyen de cette variable est par contre très faible pour les deux années.

5.2 Génération de déplacements

Comme il a été mentionné plus tôt, quatre approches de génération de déplacements sont développées. La première est une génération de déplacements agrégée par zone, en fonction des caractéristiques de la zone (nombre de ménages, propriété moyennes de logement et du voisinage). La deuxième approche est similaire, mais au lieu de générer des déplacements en fonction du nombre total de ménages, elle génère des déplacements en fonction du nombre de ménages pour chacune des tailles. Le résultat de cette approche est un nombre de déplacements effectués par les ménages résidant dans une zone évalué pour chacun des types de ménage. La troisième approche est une génération de déplacements en fonction de la taille du ménage désagrégée au niveau du ménage. La quatrième approche est une distribution aléatoire des déplacements selon la probabilité des ménages à effectuer un tel nombre de déplacements quotidiennement.

5.2.1 Approche #1 : Génération de déplacements agrégée par zone

La première approche consiste en une tentative d'amélioration directe de la méthode de l'ITE. En effet, la méthode de l'ITE propose un nombre de déplacements en fonction d'un nombre de logements habités, ce nombre correspondant à un nombre de ménages. Simplement en ajoutant d'autres variables explicatives, il est possible de bonifier la méthode de l'ITE. Par contre, cette approche génère tous les déplacements des ménages, même ceux non liés au domicile, contrairement à la méthode de l'ITE.

50% des ADIDU sont sélectionnées au hasard afin de construire le modèle. Voici l'équation du modèle et la description des variables à l'Équation 5.2 et au Tableau 5.4. Le modèle final est détaillé au Tableau 5.5. Les variables utilisées ont été sélectionnées en fonction de leur corrélation avec le nombre de déplacements (variable dépendante) et de la corrélation entre les différentes variables explicatives potentielles. Le tableau des corrélations est disponible en Annexe 1. En effet, dans un modèle linéaire, il est nécessaire d'y inclure des variables

explicatives suffisamment indépendantes entre elles. Une analyse de corrélation des variables explicatives est donc requise afin d'évaluer leur degré de corrélation. Typiquement, un coefficient de Pearson supérieur à 0,4 (en valeur absolue) est un indicateur d'une corrélation trop forte entre deux variables explicatives. Des choix doivent alors être faits entre les variables trop fortement corrélées quant à celles qui feront partie du modèle.

Équation 5.2 Équation du modèle de génération de déplacements par aire de diffusion

$$depl = 4.71men - 2.69 * distCV + 242.24 * nb_chambre + 6.73 * taux_empl - 359.77 * app5plus + 2482.10 * 09ans - 556.79 * 5564ans - 1120.16$$

Tableau 5.4 Description des variables du modèle de génération de déplacements par aire de diffusion

Variable	Description
men	Nombre de ménages dans la zone
distcv	Distance du centroïde de la zone par rapport au centre-ville
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans les logements de la zone
taux_empl	Nombre de résidents sur 100 possédant un emploi dans la zone
%_app_5_plus	Pourcentage des logements situés dans un bâtiment de 5 étages ou plus
%0-9ans	Pourcentage des résidents âgés de 0 à 9 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone

Tableau 5.5 Génération de déplacements par aire de diffusion

Nombre de déplacements				
Nbre d'observations: 3270				
R-sq : 0.7898				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men	4.71	254.21	1196.64	0.000
distcv	-2.69	17.84	-47.94	0.000
nb_chambre	242.24	2.50	606.71	0.000
taux_empl	6.73	61.91	416.44	0.000
%_app_5_plus	-359.77	0.04	-15.87	0.000
%0-9ans	2482.10	0.10	257.69	0.000
%55-64ans	-556.79	0.12	-66.52	0.012
constante	-1120.16		-1120.16	0.000
			1226.99	

D'après ces résultats, la variable la plus importante pour prédire le nombre de déplacements par zone est sans surprise le nombre de ménages. En effet, plus il y a de ménages, plus il y a de déplacements. Le nombre moyen de chambres ainsi que le taux d'emploi ont aussi une forte influence positive sur les déplacements générés par une aire de diffusion. Aussi, plus le

pourcentage de personnes de 0 à 9 ans augmente dans la zone, plus le nombre de déplacements a tendance à augmenter. Par contre, l'augmentation de la distance par rapport au centre-ville et du pourcentage de logements dans un bâtiment de cinq étages et ont une influence négative sur le nombre de déplacements par zone. Le pourcentage de résidents âgés de 55 à 64 ans est aussi corrélé négativement avec le nombre de déplacements.

Une simulation du modèle sur les 50% des ADIDU restant a été performée. Puisque la régression est linéaire, des nombres de déplacements négatifs peuvent se retrouver dans les résultats puisque certaines variables, dont la constante, ont un effet négatif sur le nombre de déplacements. Effectivement, lorsqu'une ADIDU contient un nombre faible de ménages (enquêtés et pondérés), il se peut qu'à cause par exemple de la distance par rapport au centre-ville ou du pourcentage de résidents âgées de 55 à 64 ans qui ont une influence négative sur le nombre de déplacements, qu'un nombre de déplacements négatif soit obtenu pour cette zone. Dans ce cas, ce nombre est ramené à zéro pour l'analyse des erreurs. Après l'ajustement des valeurs pour enlever les nombres de déplacements négatifs, les erreurs sont distribuées à la Figure 5.6.

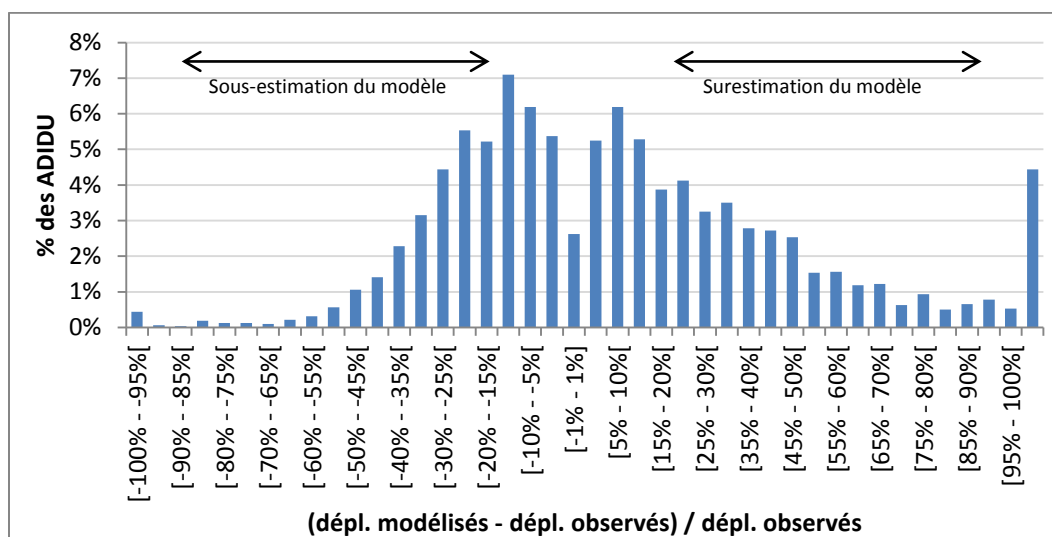


Figure 5.6 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone

Les erreurs semblent plutôt bien balancées au niveau surestimation et sous-estimation du modèle, quoique le modèle semble globalement légèrement surestimer le nombre de déplacements.

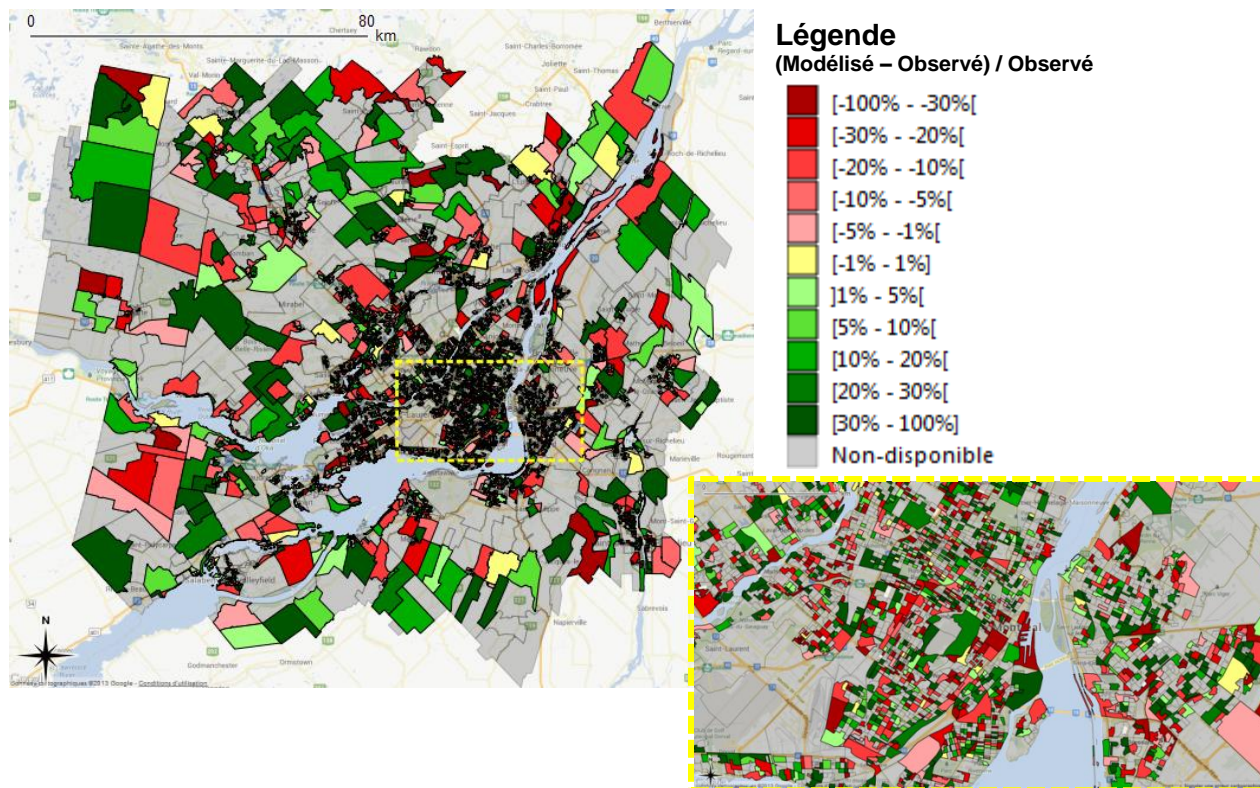


Figure 5.7 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone pour 50% des ADIDU

Les erreurs semblent plutôt bien réparties sur le territoire. Effectivement, les erreurs présentées en fonction de la proximité du centre-ville à la Figure 5.8 permettent d'observer qu'il y a davantage d'ADIDU près du centre-ville, mais que les erreurs sont bien réparties avec l'éloignement du centre.

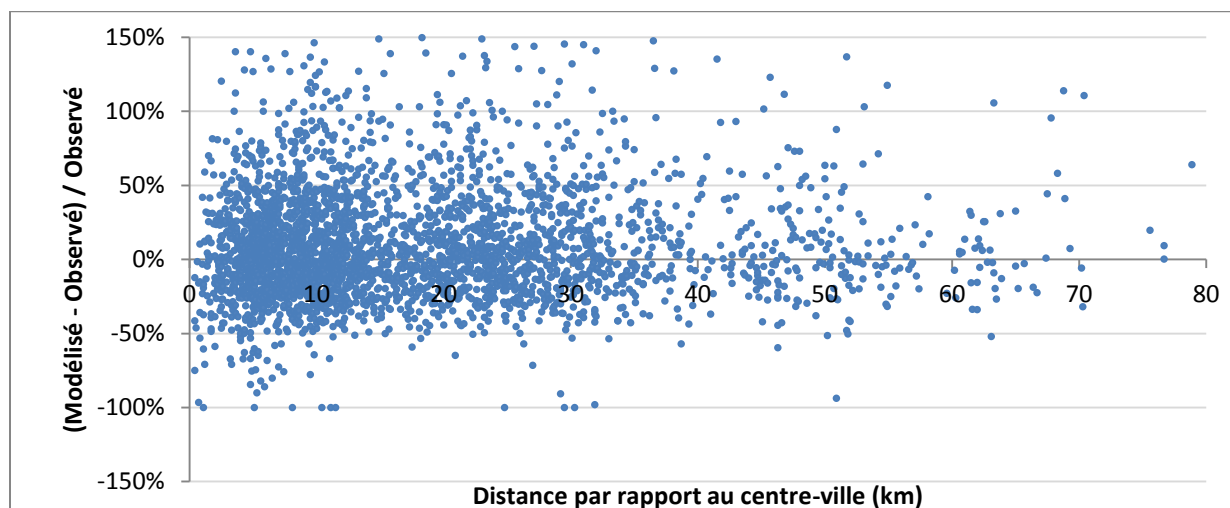


Figure 5.8 Erreurs du modèle de génération de déplacements par zone en fonction de la proximité du centre-ville

Un aspect problématique du modèle a par contre été remarqué. La variable *%_app_5_plus* représentant le pourcentage d'appartements compris dans un bâtiment de cinq étages et plus est très sensible puisque 87% des aires de diffusion modélisées ont une valeur de 0% pour cette variable. L'effet d'une variable supérieure à zéro est donc fort. Une alternative à cette variable est de déterminer le type de construction dominant entre les appartements contenus dans un bâtiment à cinq étages ou plus et les maisons unifamiliales et d'en faire deux variables nominales, soit *app5_domi* et *minddomi*.

Puisque la variable *minddomi* pour le type dominant de maison unifamiliale était fortement corrélée avec d'autres variables (la distance par rapport au centre-ville par exemple), seul le type dominant pour les logements dans un bâtiment de cinq étages et plus (*app5_domi*) a pu être inclut au modèle. Voici au Tableau 5.7 la génération de déplacements par aire de diffusion avec la variable du type de logement dominant.

Équation 5.3 Équation du modèle de génération de déplacements par zone avec *app5_domi*

$$\begin{aligned} depl = & 4.69 * men - 2.59 * distCV + 248.33 * nb_chambre + 6.97 * taux_empl + 2499.36 * 09ans \\ & - 538.85 * 5564ans - 245.10 * app5_domi - 1157.20 \end{aligned}$$

Tableau 5.6 Description des variables du modèle de génération de déplacements par zone avec *app5_domi*

Variable	Description
men	Nombre de ménages dans la zone
distcv	Distance du centroïde de la zone par rapport au centre-ville
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans les logements de la zone
taux_empl	Nombre de résidents sur 100 possédant un emploi dans la zone
%0-9ans	Pourcentage des résidents âgés de 0 à 9 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone
app5_domi	1: Dominance des logements situés dans un bâtiment de 5 étages ou plus 0: Dominance d'un autre type de logement

Tableau 5.7 Génération de déplacements par aire de diffusion avec variable app5_domi

Nombre de déplacements				
Nbre d'observations: 3270				
R-sq : 0.7893				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men	4.69	254.21	1192.79	0.000
distcv	-2.59	17.84	-46.25	0.000
nb_chambre	248.33	2.50	621.96	0.000
taux_empl	6.97	61.91	431.76	0.000
%0-9ans	2499.36	0.04	259.48	0.000
%55-64ans	-538.85	0.10	-64.38	0.015
app5_domi	-245.10	0.12	-11.17	0.000
constante	-1157.20		-1157.20	0.000
			1226.99	

Les coefficients des variables qui sont restées les mêmes par rapport au modèle précédent se ressemblent beaucoup et ont le même ordre de grandeur d'effet moyen. Le fait d'inclure une variable de type de logement dominant à la place du pourcentage directement de ce type de logement amène que la variable aura une influence seulement si ce pourcentage est assez élevé pour rendre le type de logement dominant. Donc, pour une zone avec ce type de logement en dominance, 245 déplacements seront soustraits de l'équation dans ce modèle-ci. Dans le modèle précédent, pour un pourcentage de 100% de ce type de logement, c'était 360 déplacements qui étaient soustraits. Les deux modèles sont très similaires, mais l'effet du type de logement semble un peu moins grand dans ce modèle-ci avec la variable du type de logement dominant. Par contre, l'effet est tout de même fort pour les zones avec ce type de logement en dominance. Pour ces zones, le nombre de déplacements pourraient potentiellement être sous-estimé. Voici la distribution des erreurs à la Figure 5.9. La distribution est presque identique à la distribution du modèle précédent.

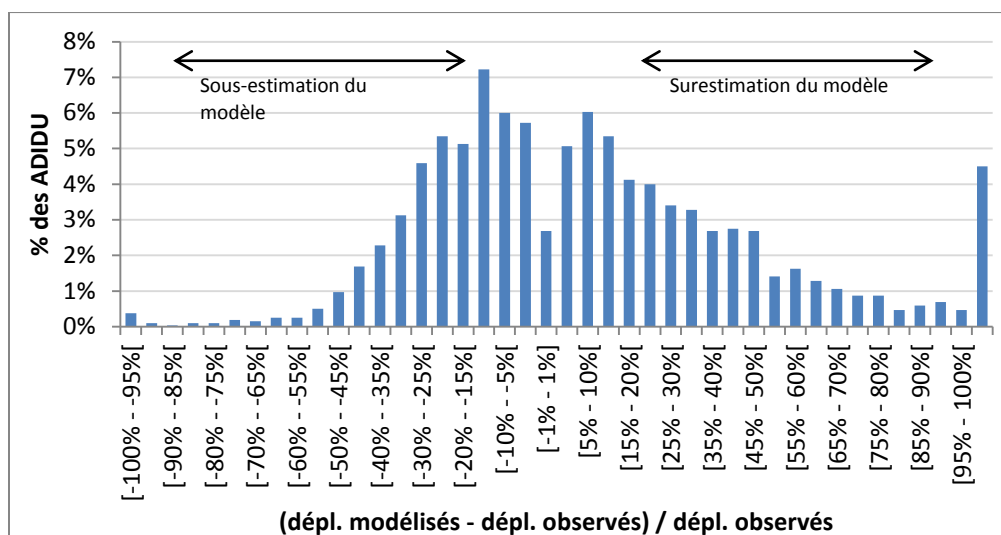


Figure 5.9 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone avec variable app5_domi

5.2.2 Approche #2 : Génération de déplacements par taille de ménage agrégée par zone

Similairement à l'approche #1, l'approche #2 est une approche agrégée par zone et vient prédire le nombre de déplacements faits par les ménages de la zone en fonction du nombre de ménages de chaque taille. Les mêmes variables que pour le modèle #1 sont conservées pour analyser leur effet et leur significativité pour chacune des tailles de ménage. Puisqu'il s'agit de quatre modèles distincts, les variables non significatives auraient pu être retirées. Un choix de simplification a été fait en conservant les variables non significatives afin de pouvoir comparer plus facilement chacune des régressions par taille de ménage à la régression pour toutes les tailles de ménage combinées (approche #1). Les quatre modèles (un par taille de ménage) sont détaillés aux Tableau 5.9, Tableau 5.10, Tableau 5.11 et Tableau 5.12. Les modèles ont été élaborés avec 50% des ADIDU.

Tableau 5.8 Description des variables des modèles de génération de déplacements par taille de ménage agrégés par zone

Variable	Description
men1p	Nombre de ménages à une personne dans la zone
men2p	Nombre de ménages à deux personnes dans la zone
men3p	Nombre de ménages à trois personnes dans la zone
men4p	Nombre de ménages à quatre personnes dans la zone
distcv	Distance du centroïde de la zone par rapport au centre-ville
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans les logements de la zone
taux_empl	Nombre de résidents sur 100 possédant un emploi dans la zone
%_app_5_plus	Pourcentage des logements situés dans un bâtiment de 5 étages ou plus
%0-9ans	Pourcentage des résidents âgés de 0 à 9 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone

Équation 5.4 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à une personne agrégée par zone

$$deplmen1p = 1.77 * men1p - 0.84 * distCV - 30.73 * nb_chambre + 2.00 * taux_empl - 50.11 \\ * app5plus - 8.11 * 09ans + 182.74 * 5564ans - 30.99$$

Tableau 5.9 Génération de déplacements des ménages à une personne agrégée par zone

Nombre de déplacements men1p				
Nbre d'observations: 2621				
R-sq : 0.7159				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men1p	1.77	77.94	137.67	0.000
distcv	-0.84	17.84	-15.05	0.000
nb_chambre	-30.73	2.50	-76.97	0.000
taux_empl	2.00	61.91	123.54	0.000
%_app_5_plus	-50.11	0.04	-2.21	0.000
%0-9ans	-8.11	0.10	-0.84	0.905
%55-64ans	182.74	0.12	21.83	0.005
constante	-30.99		-30.99	0.078
			156.99	

Pour les ménages d'une personne, le nombre de ménages, le taux d'emploi et le pourcentage de personnes de 55 à 64 ans sont positivement corrélés au nombre de déplacements dans la zone. La distance par rapport au centre-ville, le nombre moyen de chambres et le pourcentage de logements dans un bâtiment de cinq étages ou plus influencent à la baisse le nombre de déplacements par zone. Le fait que ces deux dernières variables

soit négativement corrélées avec le nombre de déplacements est probablement relié à des effets d'âge et de revenu. En effet, il pourrait être supposé que si une personne seule vit seule dans un quartier avec un nombre moyen de chambres élevé, il s'agit d'une personne âgée, qui a conservé sa maison, même après le départ de ses enfants, donc se déplacerait moins que ses voisins plus jeunes. Aussi, le revenu a tendance à être positivement corrélé avec le nombre de déplacements. Or, il pourrait être supposé qu'une personne vivant seule dans un logement situé dans un

bâtiment de cinq étages ou plus a un faible revenu, ce qui influence à la baisse son nombre de déplacements.

Équation 5.5 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à deux personnes agrégée par zone

$$\text{deplmen2p} = 4.01 * \text{men2p} - 1.15 * \text{distCV} - 10.45 * \text{nb_chambre} + 1.44 * \text{taux_empl} - 28.91 \\ * \text{app5plus} - 146.10 * 09\text{ans} - 2.85 * 5564\text{ans} - 25.23$$

Tableau 5.10 Génération de déplacements des ménages à deux personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men2p				
Nbre d'observations: 3088				
R-sq : 0.8241				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men2p	4.01	83.73	335.66	0.000
distcv	-1.15	17.84	-20.46	0.000
nb_chambre	-10.45	2.50	-26.18	0.015
taux_empl	1.44	61.91	89.42	0.000
%_app_5_plus	-28.91	0.04	-1.27	0.038
%0-9ans	-146.10	0.10	-15.17	0.040
%55-64ans	-2.85	0.12	-0.34	0.966
constante	-25.23		-25.23	0.147
			336.42	

Les variables significatives pour les ménages de deux personnes ont un effet similaire à celui observé sur les ménages à une personne. Le pourcentage de 0 à 9 ans a tendance à diminuer le nombre de déplacements par zone. L'effet est probablement dû aux parents de jeunes enfants étant en congé de maternité/paternité, qui ne doivent plus se déplacer pour le travail.

Équation 5.6 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à trois personnes agrégée par zone

$$\text{deplmen3p} = 6.20 * \text{men3p} - 0.46 * \text{distCV} + 6.72 * \text{nb_chambre} + 0.67 * \text{taux_empl} - 5.84 \\ * \text{app5plus} + 7.87 * 09\text{ans} + 35.86 * 5564\text{ans} - 58.54$$

Tableau 5.11 Génération de déplacements des ménages à trois personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men3p				
Nbre d'observations: 2441				
R-sq : 0.7942				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men3p	6.20	40.77	252.75	0.000
distcv	-0.46	17.84	-8.22	0.021
nb_chambre	6.72	2.50	16.82	0.202
taux_empl	0.67	61.91	41.67	0.010
%_app_5_plus	-5.84	0.04	-0.26	0.731
%0-9ans	7.87	0.10	0.82	0.929
%55-64ans	35.86	0.12	4.28	0.669
constante	-58.54		-58.54	0.008
			249.31	

Pour les ménages de trois personnes, seulement trois variables sont significatives. Le nombre de ménages et le taux d'emploi influencent positivement le nombre de déplacements tandis que la distance par rapport au centre-ville a une influence négative sur le nombre de déplacements effectué par les ménages de trois personnes dans la zone.

Équation 5.7 Équation du modèle de génération de déplacements des ménages à quatre personnes agrégée par zone

$$deplmen4p = 9.26 * men4p - 0.73 * distCV + 45.73 * nb_chambre - 0.14 * taux_empl - 38.01 \\ * app5plus - 343.66 * 09ans - 81.61 * 5564ans - 39.28$$

Tableau 5.12 Génération de déplacements des ménages à quatre personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men4p				
Nbre d'observations: 2556				
R-sq : 0.8875				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men4p	9.26	51.76	479.39	0.000
distcv	-0.73	17.84	-12.95	0.013
nb_chambre	45.73	2.50	114.54	0.000
taux_empl	-0.14	61.91	-8.70	0.712
%_app_5_plus	-38.01	0.04	-1.68	0.187
%0-9ans	-343.66	0.10	-35.68	0.007
%55-64ans	-81.61	0.12	-9.75	0.498
constante	-39.28		-39.28	0.224
			485.89	

Pour les ménages de quatre personnes et plus, la distance par rapport au centre-ville est encore une fois négativement corrélée avec le nombre de déplacements par zone. Le nombre moyen de chambres influence positivement le nombre de déplacements, effet qui est probablement relié au niveau de revenu.

Comme il a été vu, plusieurs variables ressortent non significatives selon les tailles de ménages. Pour les ménages à trois personnes seulement trois variables sur les sept sont significatives. Aussi, les variables ayant le plus d'effet sur le nombre de déplacements varient selon la taille du ménage. Par contre, le nombre de ménages est la variable la plus importante pour toutes les tailles de ménage. En effet, pour chacun des types de ménage, l'effet moyen du nombre de ménages est très près de la moyenne du nombre de déplacements. Voici à la Figure 5.10 la distribution des erreurs pour le 50% des ADIDU simulé et aux Figure 5.11, Figure 5.12, Figure 5.13 et Figure 5.14 la représentation spatiale des erreurs pour chacune des tailles de ménages.

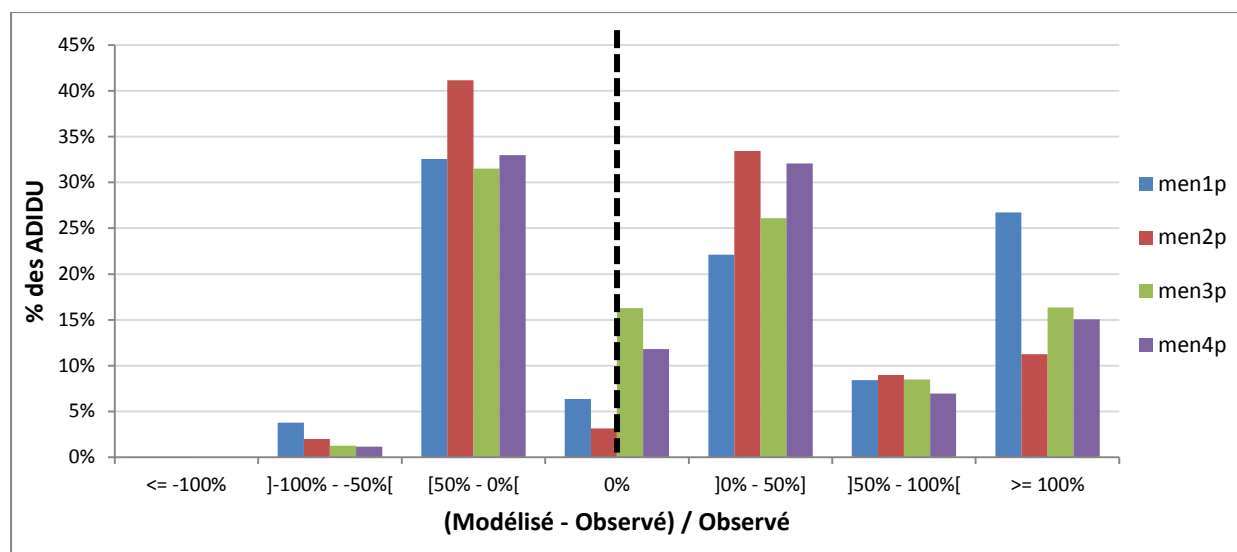


Figure 5.10 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par taille de ménage agrégé par zone

Ménages à une personne

Légende

(Modélisé – Observé) / Observé

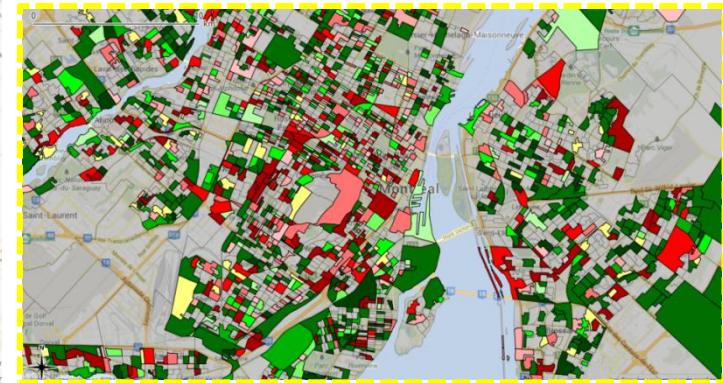
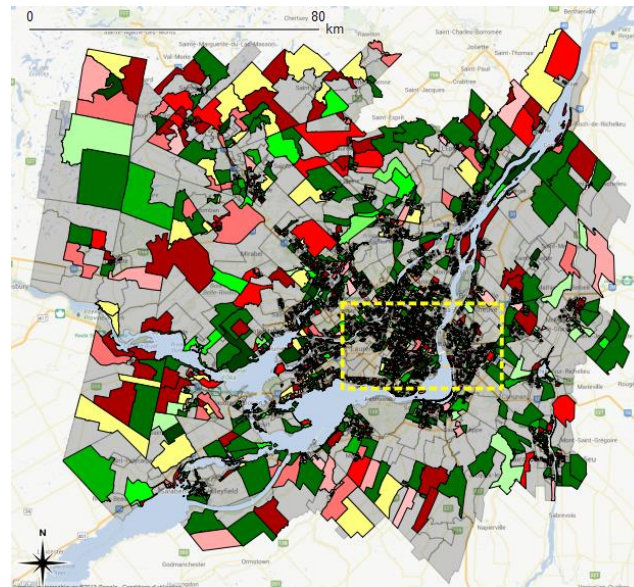
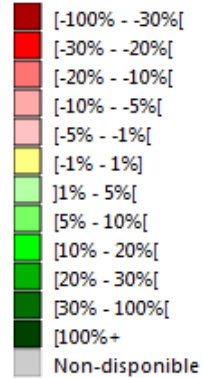


Figure 5.11 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men1p

Ménages à deux personnes

Légende

(Modélisé – Observé) / Observé

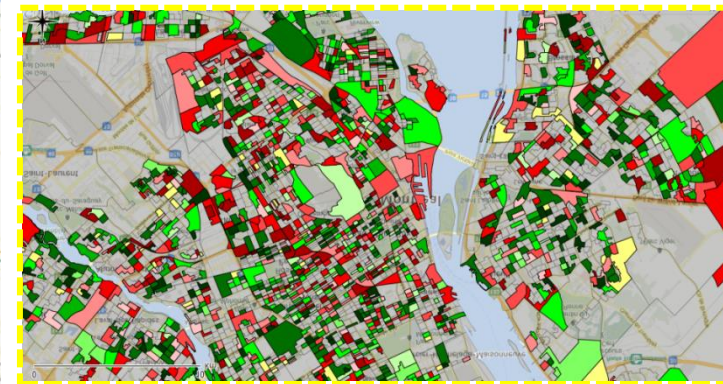
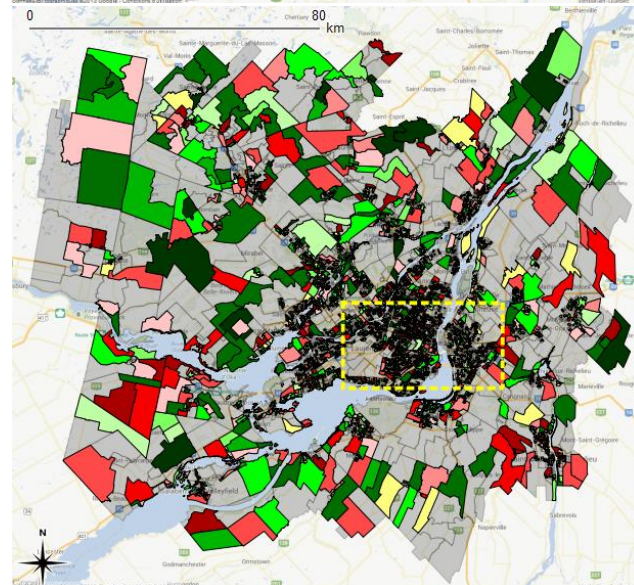
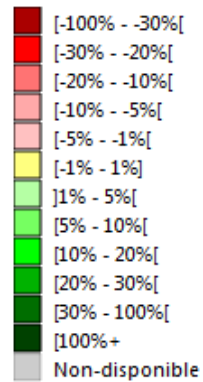
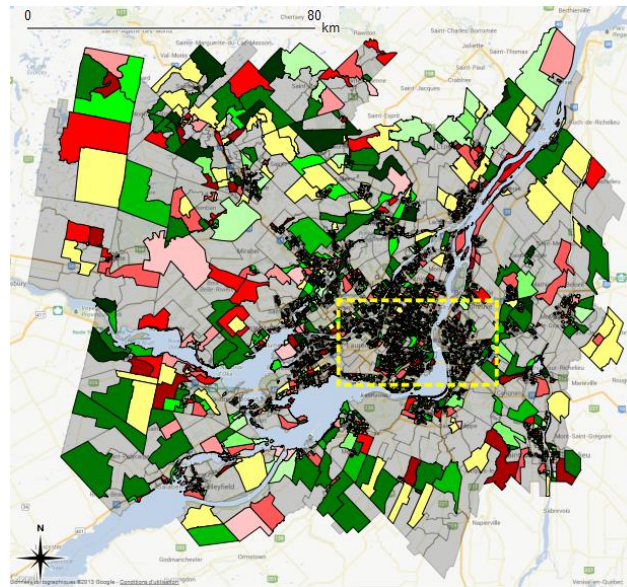
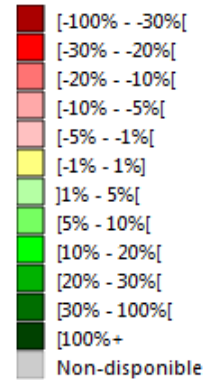


Figure 5.12 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men2p

Ménages à trois personnes

Légende (Modélisé – Observé) / Observé



Ménages à quatre personnes et plus

Légende (Modélisé – Observé) / Observé

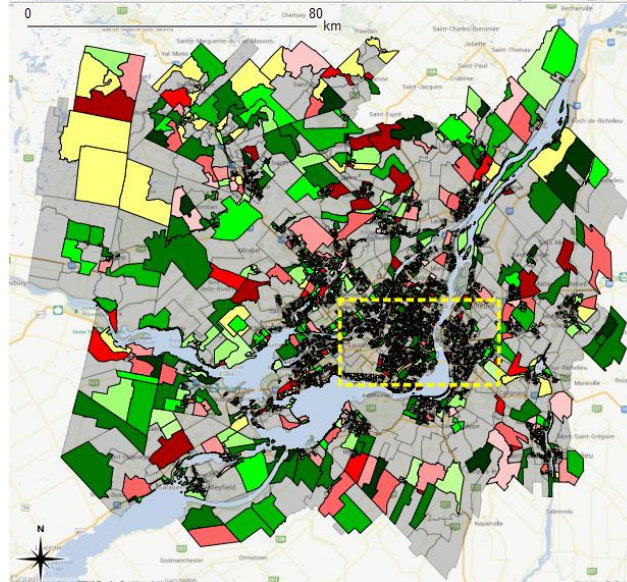
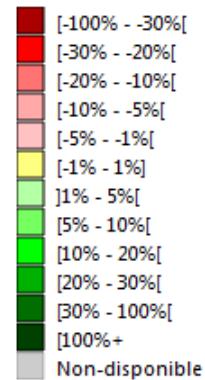


Figure 5.13 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men3p



Figure 5.14 Visualisation des erreurs du modèle de génération de déplacements par zone – Men4p+

5.2.3 Approche #3 : Génération de déplacements par taille de ménage désagrégée au niveau du ménage

Comme il a été observé lors de l'analyse descriptive au Chapitre 4, la taille du ménage expliquait tout de même bien le nombre de déplacements générés par celui-ci. Il a aussi été vu que la présence d'enfants a une influence sur les déplacements des ménages. Comme mentionné précédemment, puisque les données de recensement ne permettent pas de catégoriser les ménages de façon satisfaisante en type par rapport au nombre d'enfants et d'adultes, la catégorisation par taille a été choisie. La relation du nombre de déplacements en fonction de la taille du ménage étant linéaire, un nombre de déplacements quotidiens peut être attribué à chacun des types de ménages. La taille du ménage explique à elle seule 45% de la variabilité de la mobilité des ménages. Les variables de voisinage testées jusqu'ici n'apportaient pas assez au modèle pour être conservées.

Voici au Tableau 5.13 le modèle désagrégé de génération de déplacements par taille de ménage. Le modèle a été effectué avec 50% des données disponibles.

Équation 5.8 Équation du modèle désagrégé de génération de déplacements par taille de ménage

$$\frac{Depl}{men} = 2.430 * taille - 0.731$$

Tableau 5.13 Modèle désagrégé de génération de déplacements par taille de ménage

Déplacements par ménage				
Nombre d'observations: 32787				
R-sq : 0.4579				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
taille	2.430	2.291	5.567	0.000
constante	-0.731		-0.731	0.000
			4.837	

Taille	Men1p	Men2p	Men3p	Men4p+
Déplacements	1.70	4.13	6.56	8.99

Le modèle qui utilise la taille uniquement comme variable explicative, fait en sorte qu'un seul coefficient permet d'estimer le nombre de déplacements faits par un ménage selon sa taille.

La Figure 5.15 illustre la distribution des erreurs par taille de ménage pour l'autre 50% des données disponibles non-modélisées.

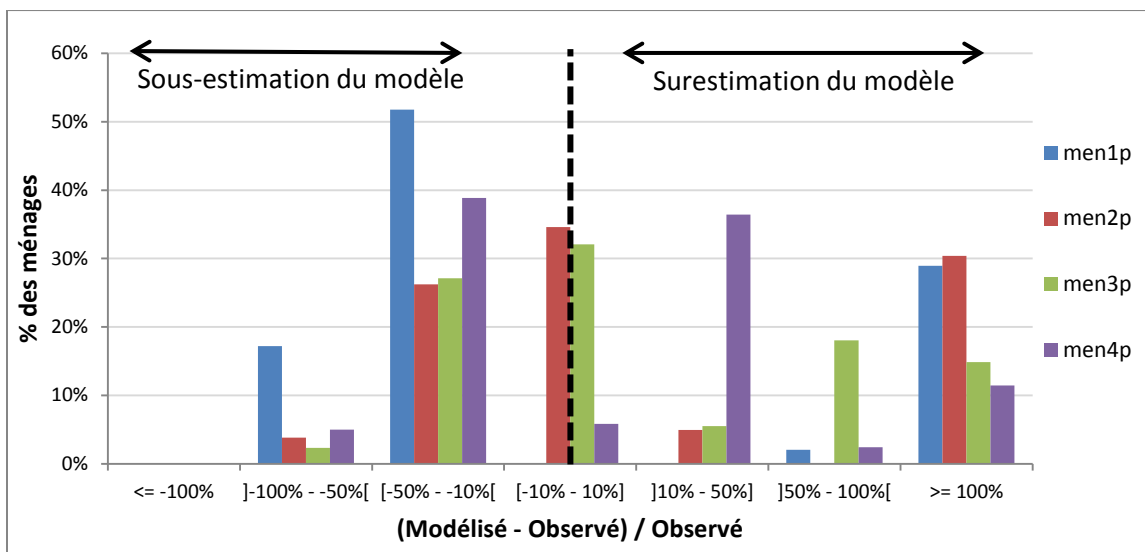


Figure 5.15 Distribution des erreurs du modèle de génération de déplacements par taille de ménage

De la distribution des erreurs à la Figure 5.15, il est possible de voir que les ménages à une personne sont ceux pour qui le nombre de déplacements est le plus sous-estimé. De plus, un grand nombre d'erreurs sont de 100% puisque les ménages non mobiles qui se voient attribuer un nombre de déplacements par le modèle ont automatiquement une erreur de 100%.

Les causes de la sous-estimation des déplacements des ménages à une personne sont plutôt simples. Comme le nombre de déplacements attribués aux ménages d'une personne est de 1,70, toutes les personnes ayant fait deux déplacements (la majorité des personnes) sont sous-estimées par le modèle. En effet, la section 5.2.4 qui explique la quatrième approche de validation présente les fréquences du nombre de déplacements par taille de ménages et les différences de fréquences observées selon certaines variables.

Comme il a été mentionné précédemment, les variables de voisinage testées n'apportaient pas assez au modèle pour qu'elles soient conservées. Par contre, les variables de voisinage ne décrivent pas nécessairement bien la mobilité de tous les types de ménage. Effectivement, certaines variables sont plus corrélées avec la mobilité du ménage pour certaines tailles seulement. Une régression linéaire distincte pour chacune des tailles de ménage est donc testée au Tableau 5.14. La description des variables utilisées est disponible au Tableau 5.15.

Tableau 5.14 Génération de déplacements pour chacune des tailles de ménage

$$\frac{Depl}{men} = 2.430 * taille - 0.731$$

Déplacements par ménage				
Nombre d'observations: 32787				
R-sq : 0.4579				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
taille	2.430	2.291	5.567	0.000
constante	-0.731		-0.731	0.000
			4.837	

$$\frac{Depl}{men1p} = 1.93 * 10^{-5} * passarrets1000 - 1.467$$

$$* 65ans + 0.366 * avant1946 + 2.031$$

Men1p				
Nbre d'observations: 17939				
R-sq : 0.0248				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
passarrets1000	1.93E-05	5975	0.115	0.000
%65ans+	-1.467	0.178	-0.262	0.000
%avant1946	0.366	0.156	0.057	0.000
Constante	2.031		2.031	0.000
			1.941	

60% erreur relative plus faible
29% erreur relative égale
12% erreur relative supérieure

$$\frac{Depl}{men2p} = -0.383 * 1961_1970 + 1.82 * 10^{-4}$$

$$* dep_{prop} + 0.824 * 2030ans$$

$$+ 0.011 TauxAct - 1.05 * 10^{-5}$$

$$* distCV + 3.143$$

Men2p				
Nbre d'observations: 23928				
R-sq : 0.0117				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
%1961-1970	-0.383	0.175	-0.067	0.000
DepProp	1.82E-04	918.715	0.167	0.001
%20-34ans	0.824	0.201	0.165	0.000
TauxAct	0.011	66.262	0.736	0.000
DistCV	-1.05E-05	18751	-0.197	0.000
Constante	3.143		3.143	0.000
			3.947	

42% erreur relative plus faible
11% erreur relative égale
47% erreur relative supérieure

$$\frac{Depl}{men3p} = 1.03 * 10^{-5} * RevMoy + 1.926$$

$$* 1019ans + 2.794 * 4554ans + 5.079$$

Men3p				
Nbre d'observations: 10160				
R-sq : 0.0059				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
RevMoy	1.03E-05	34510	0.355	0.000
%10-19ans	1.926	0.129	0.249	0.013
%45-54ans	2.794	0.160	0.446	0.002
Constante	5.079		5.079	0.000
			6.130	

61% erreur relative plus faible
3% erreur relative égale
37% erreur relative supérieure

$$\frac{Depl}{men4p} = 4.861 * 4554ans + 0.131 * NbPieces$$

$$+ 2.65 * 10^{-6} * ValeurLog + 7.101$$

Men4p+				
Nbre d'observations: 13493				
R-sq : 0.0112				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
%45-54ans	4.861	0.161	0.781	0.000
NbPieces	0.131	6.333	0.828	0.000
ValeurLog	2.65E-06	238759	0.633	0.000
Constante	7.101		7.101	0.000
			9.343	

47% erreur relative plus faible
1% erreur relative égale
53% erreur relative supérieure

Tableau 5.15 Description des variables pour la génération de déplacements pour chacune des tailles de ménage

Variable	Description
DistCV	Distance par rapport au centre-ville
passarrets1000	Nombre de passages TC sur 24h dans un rayon de 1km autour du domicile
RevMoy	Revenu moyen du voisinage
DepProp	Dépenses moyennes mensuelles des propriétaires dans le voisinage
TauxAct	Taux d'activité dans le voisinage
%10-19ans	Pourcentage de personnes âgées de 10 à 19 ans dans le voisinage
%20-34ans	Pourcentage de personnes âgées de 20 à 34 ans dans le voisinage
%45-54ans	Pourcentage de personnes âgées de 45 à 54 ans dans le voisinage
%65ans+	Pourcentage de personnes âgées de 65 ans et plus dans le voisinage
NbPieces	Nombre moyen de pièces dans les logements du voisinage
ValeurLog	Valeur moyenne des logements dans le voisinage
%avant1946	Pourcentage de logements construits avant 1946 dans le voisinage
%1961-1970	Pourcentage de logements construits entre 1961 et 1970 dans le voisinage

En incluant les variables qui décrivent le mieux chacune des tailles de ménages, quatre régressions linéaires sont effectuées afin de comparer leurs résultats au résultat du modèle de référence : le modèle de génération de déplacements en fonction de la taille du ménage seulement. Les erreurs de prédiction sont comparées aux erreurs de prédiction du modèle de référence. Pour les ménages à une personne, le modèle avec les variables de voisinages semble plus performant que le modèle de référence puisque 60% des erreurs de prédiction à l'aide de ce modèle sont inférieures aux erreurs de prédiction avec le modèle de référence. Aussi seulement 12% des erreurs de prédictions sont supérieures.

Pour les ménages à trois personnes, le modèle avec variables de voisinage semble aussi un peu plus performant que le modèle général en fonction des erreurs relatives de prédiction. Par contre, pour les ménages à deux et à quatre personnes, le modèle de référence est celui qui performe le mieux. En effet, les erreurs amenées par les modèles avec variables de voisinage sont en majorité supérieures à celles du modèle général.

Finalement, le modèle en fonction de la taille seulement est beaucoup plus simple et l'ajout de variables de voisinage ne vient pas amener une précision supplémentaire suffisante pour que ces modèles soient conservés.

5.2.3.1 Évolution de l'approche #3

L'approche #3 est reprise avec les données du recensement de 2001 et les données de l'enquête Origine-Destination 2003 pour voir si le modèle est porté à changer dans le temps. Les mêmes variables explicatives qu'avec les données de 2006 et 2008 sont conservées afin de comparer les coefficients et l'effet moyen de chacune des variables. Encore une fois pour ce lot de données, le modèle est fait avec seulement 50% des données pour qu'une simulation puisse être faite au besoin. Voici les résultats de la génération de déplacements au Tableau 5.16.

Tableau 5.16 Évolution du modèle de génération de déplacements par taille de ménage

Génération de déplacements 2003

Déplacements par ménage				
Nombre d'observations: 28686				
R-sq : 0.4337				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
Taille	2.518	2.326	5.857	0.000
Constante	-0.572		-0.572	0.000
			5.285	

Taille	Men1p	Men2p	Men3p	Men4p+
Déplacements	1.95	4.46	6.98	9.50

Génération de déplacements 2008

Déplacements par ménage				
Nombre d'observations: 32787				
R-sq : 0.4579				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
taille	2.430	2.291	5.567	0.000
constante	-0.731		-0.731	0.000
			4.837	

Taille	Men1p	Men2p	Men3p	Men4p+
Déplacements	1.70	4.13	6.56	8.99

En 2003, les ménages de déplaçaient davantage qu'en 2008. Effectivement, les taux de déplacements sont plus élevés en 2003 pour toutes les tailles de ménage de même que la moyenne des déplacements par ménages.

5.2.4 Approche #4 : Les distributions de taux de déplacements par taille de ménage

La problématique avec l'approche #3 est qu'elle utilise un modèle continue où il est possible d'obtenir des valeurs négatives, donc un nombre de déplacements négatif. Effectivement certaines constantes sont négatives, ce qui fait que lorsqu'une zone, ou dans le cas présent, un

bâtiment ou un développement résidentiel, a trop peu de logements (ménages) pour venir compenser la constante négative, il est possible de retrouver un résultat négatif. Aussi, l'approche #3 assigne un nombre de déplacements en fonction de la taille du ménage seulement puisque les variables de voisinage ne semblent pas performer pour décrire la mobilité. L'approche #3 a donc mené à l'approche #4. Cette nouvelle approche consiste à assigner un nombre de déplacements en fonction de la taille du ménage et de la probabilité qu'un ménage ait fait un tel nombre de déplacements. Les courbes de distribution des déplacements quotidiens par taille de ménage seront donc analysées. Voici les distributions globales de déplacements à la Figure 5.16. Pour une meilleure visualisation, une classe de déplacements 20 et plus a été créée.

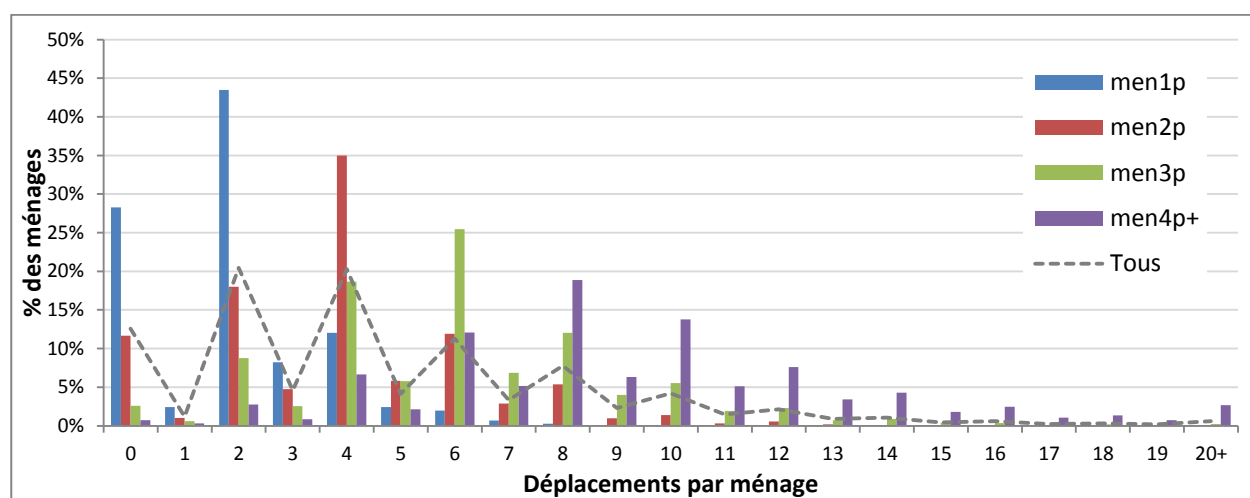


Figure 5.16 Fréquence du nombre de déplacements par taille de ménage

Près de 45% des ménages à une personne ont fait deux déplacements et seulement une partie infime de ménages ont fait un seul déplacement. Près de 30% des personnes seules ne se sont pas déplacées. Le nombre dominant de déplacements par personne pour toutes les tailles de ménage est de deux déplacements par personne.

Cette distribution globale ne représente probablement pas tous les secteurs. Une simulation de la distribution globale est faite sur l'ensemble des données pour voir les erreurs types qui pourraient ressortir. Par contre, il est important de mentionner que chaque simulation peut donner des résultats différents. Effectivement, la simulation dépend essentiellement de l'attribution aléatoire qui est effectuée pour tous les ménages. Normalement, il aurait fallu performer plusieurs simulations afin d'identifier les résidus types. Dans le cadre de cette recherche, cette section sert

d'avantage à explorer les possibilités pour parvenir à la génération de déplacements, donc une seule simulation sera analysée à titre d'exemple.

5.2.4.1 Simulation

La simulation consiste à attribuer un nombre aléatoire entre 0 et 1 à tous les ménages pour chacune des tailles. Par exemple, pour les ménages à une personne, les nombres aléatoires entre 0 et 0.28 (28% de chance) se verront attribuer un nombre nul de déplacements, les ménages associés à un nombre entre 0.28 et 0.71 (43% de chance) se verront attribuer deux déplacements et ainsi de suite.

Voici les erreurs liées à cette approche à la Figure 5.17.

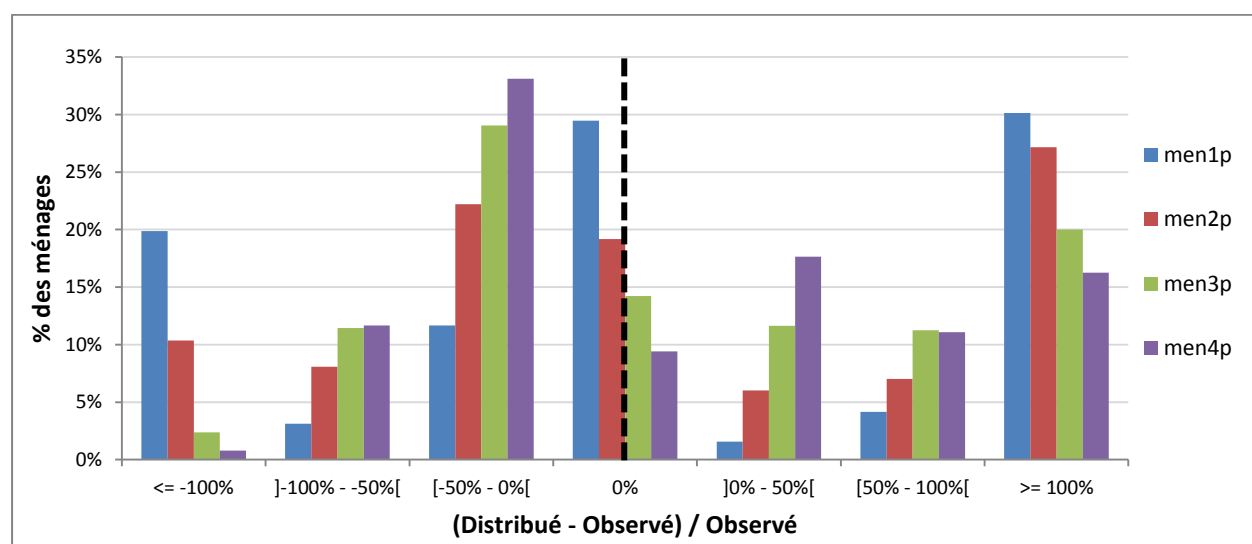


Figure 5.17 Distribution des erreurs du modèle de distribution des déplacements par taille de ménage

Plus la taille du ménage est petite, plus le modèle prédit le nombre de déplacements avec exactitude. Effectivement, pour près de 30% des ménages à une personne, le modèle de distribution a représenté exactement les déplacements observés. Ce taux de réussite diminue avec la taille de ménage qui augmente; il passe à près de 20% pour les ménages à deux personnes, à 12% pour les ménages à trois personnes et à 8% pour les ménages à quatre personnes et plus.

Pour bien représenter la variabilité des distributions des taux de déplacements, il faudrait développer plusieurs distributions différentes. Des centaines seraient probablement nécessaires. Quelques distributions seulement seront ici testées au niveau du territoire et au niveau de certaines variables de voisinage.

5.2.4.2 Distributions par région

Afin de voir s'il existe une différence de distribution des taux de déplacements sur le territoire, les distributions pour quatre régions sont produites à la Figure 5.19. La représentation des quatre régions est faite à la Figure 5.18.

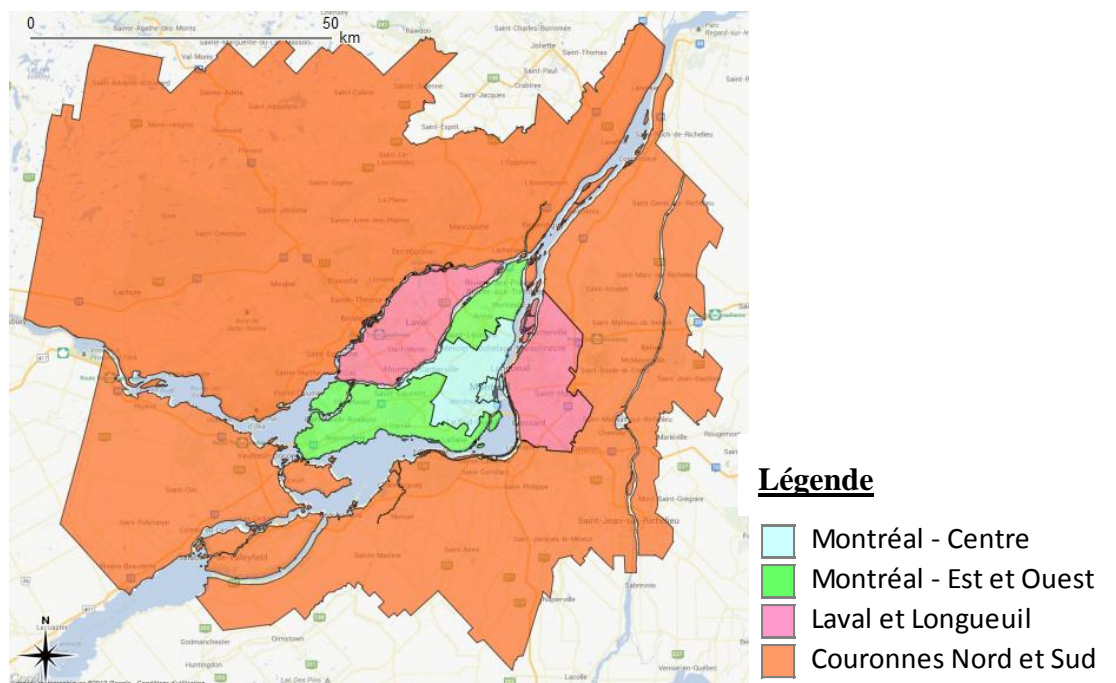


Figure 5.18 Le territoire de la région métropolitaine de Montréal en 4 régions

Pour les ménages à une personne, les distributions sont semblables entre les régions sauf pour Montréal-centre (Figure 5.19). En effet, pour ce secteur, il y a moins de personnes non-mobiles et davantage de personnes qui font plus de deux déplacements. Pour les ménages à deux personnes, ce sont ceux résidants dans l'est et l'ouest de Montréal pour qui le taux d'immobilité est le plus grand. Pour les ménages à trois personnes, plus ils sont loin du centre-ville plus ils ont tendance à effectuer un plus grand nombre de déplacements. Il y a des différences observées entre les distributions de différentes régions, mais ces différences semblent tout de même faibles.

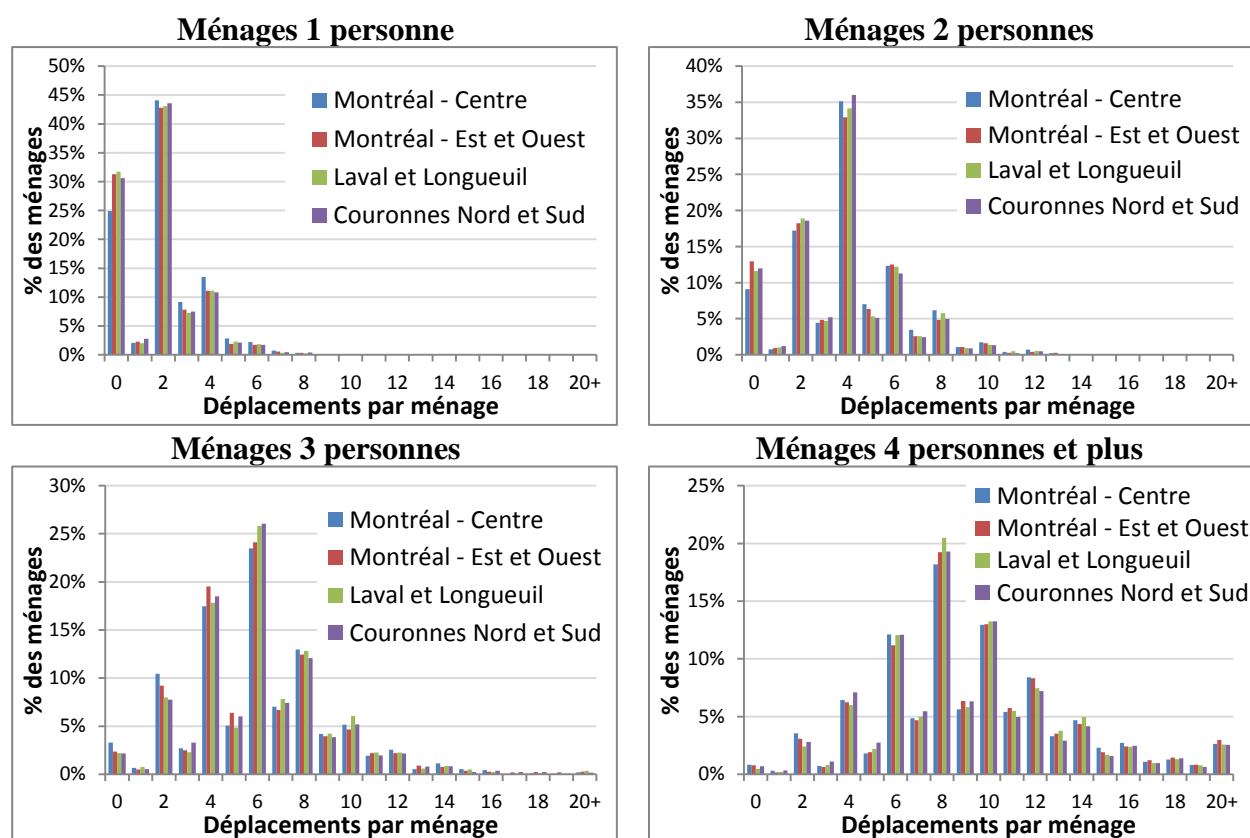


Figure 5.19 Distribution des déplacements par taille de ménage pour quatre regroupements de régions

5.2.4.3 Distributions pour différentes variables

Les distributions sont testées en fonction de différentes variables de voisinage pour tester si ces variables ont un effet sur les taux de déplacements. Voir à la Figure 5.16 la distribution de référence du nombre de déplacements par taille de ménage.

Plusieurs variables ont été testées. Par contre, il était difficile de choisir une catégorisation pour chaque variable. En effet, pour bien visualiser si une variable a un impact ou non sur la mobilité, le choix des catégories est crucial. Ces choix ont été faits ici de façon intuitive, mais lors d'une analyse plus poussée, des méthodes plus systématiques devraient être utilisées tel le *data mining*.

Pour commencer, la distance par rapport au centre-ville est la première variable étudiée (Figure 5.20). Il est possible de remarquer qu'il y a moins de ménages à une et deux personnes non-mobiles près du centre-ville. Pour les ménages à trois personnes et plus, l'effet est contraire, il y a davantage de non-mobile près du centre-ville.

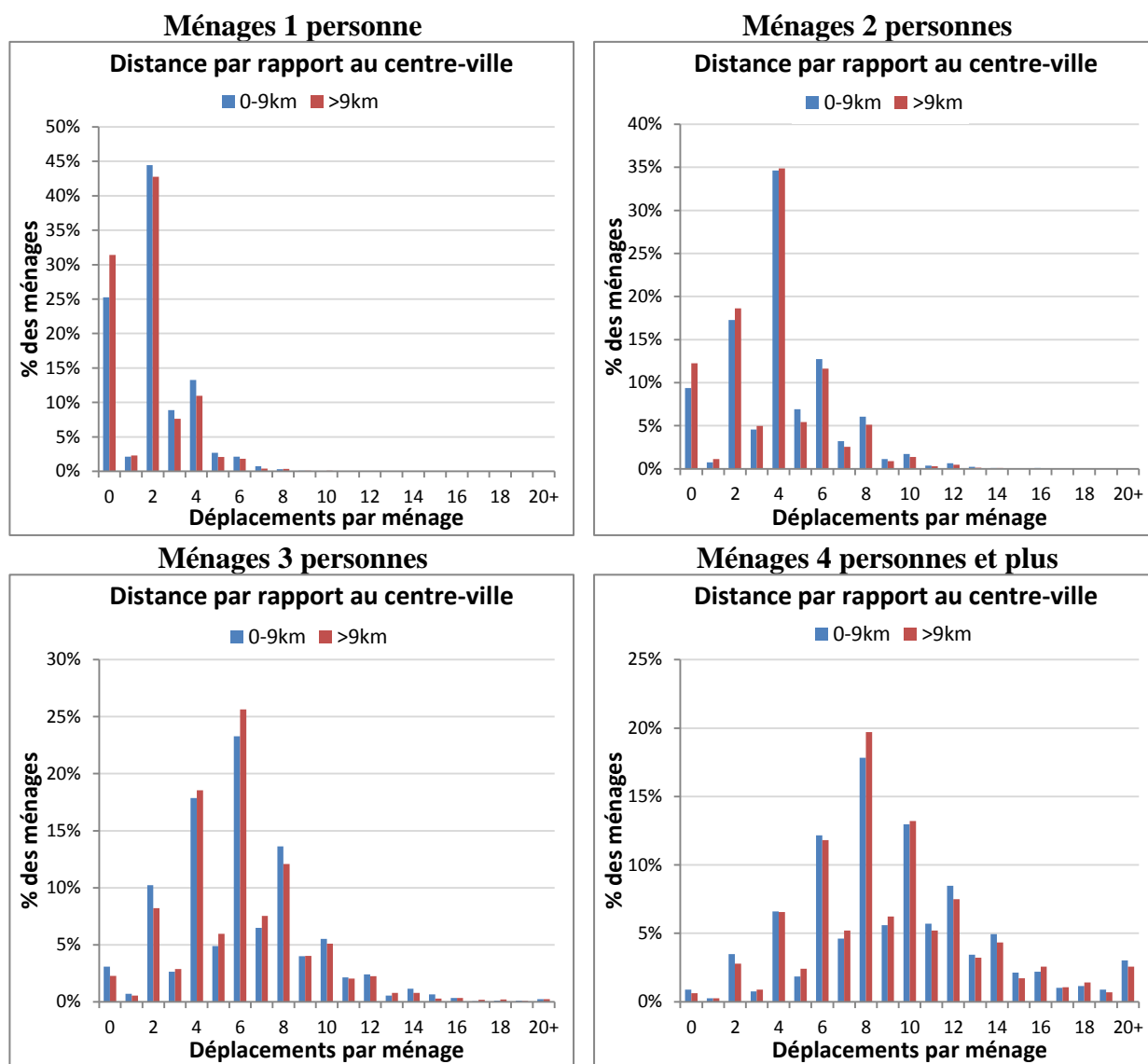


Figure 5.20 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Distance au centre-ville

L'effet du pourcentage de personne de 65 ans et plus dans le voisinage a un très fort effet sur la mobilité. En effet, à la Figure 5.21, il est possible de voir que pour une proportion supérieure à 50% de personnes de 65 ans et plus, le nombre de non-mobiles parmi les ménages à une et deux personnes est considérablement plus élevé que pour un pourcentage d'âinés de 50% et moins. Par contre, le nombre de déplacements augmente pour les ménages à trois personnes et plus avec une grande proportion de personnes âgées.

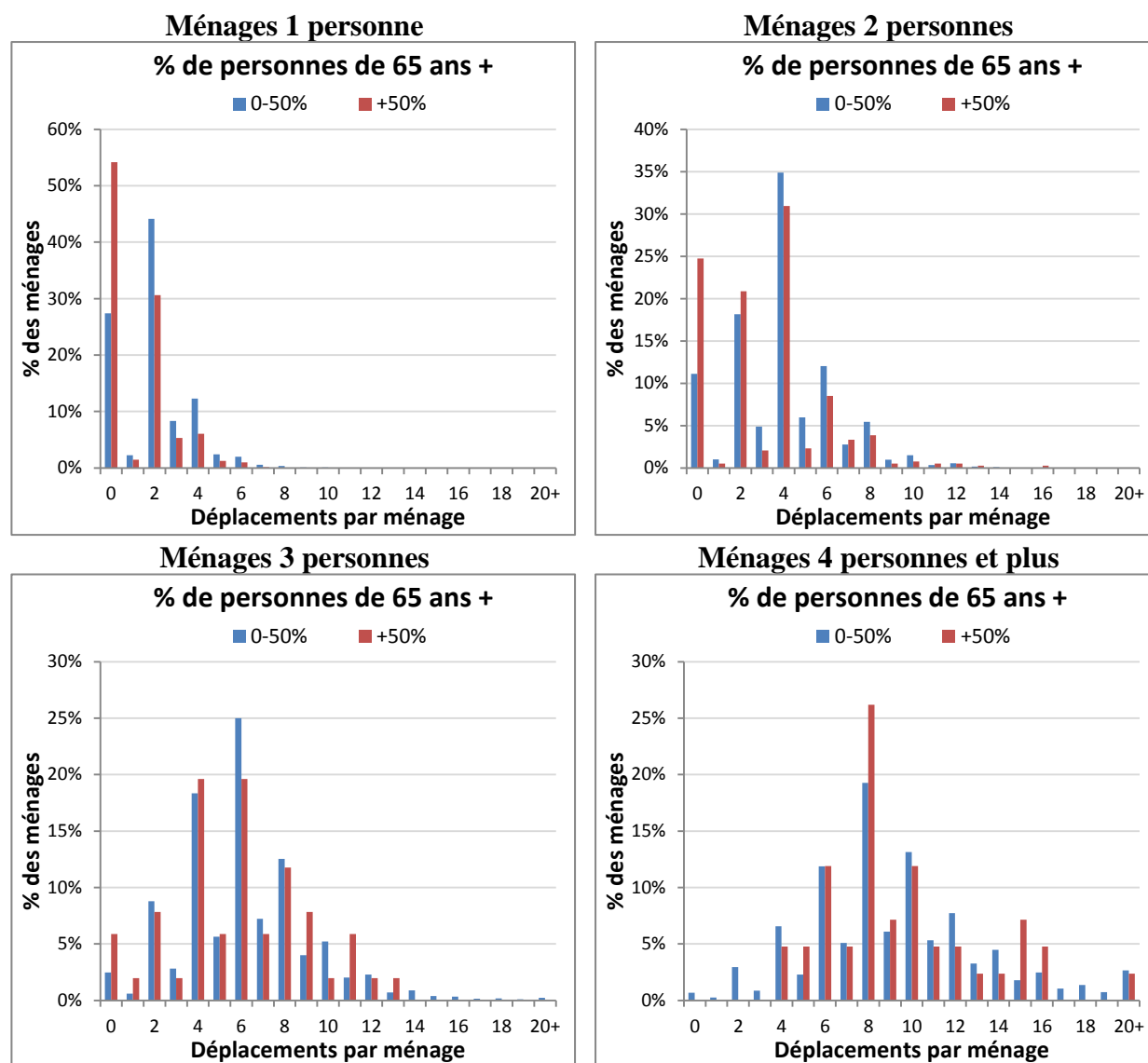


Figure 5.21 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – %65 ans et plus

Le pourcentage de personnes de 0 à 9 ans dans le voisinage ne semble pas affecter la mobilité des ménages comme il est vu à la Figure 5.22. En effet, les distributions sont très similaires entre un pourcentage de 10% et moins et de 10% et plus de 0 à 9 ans.

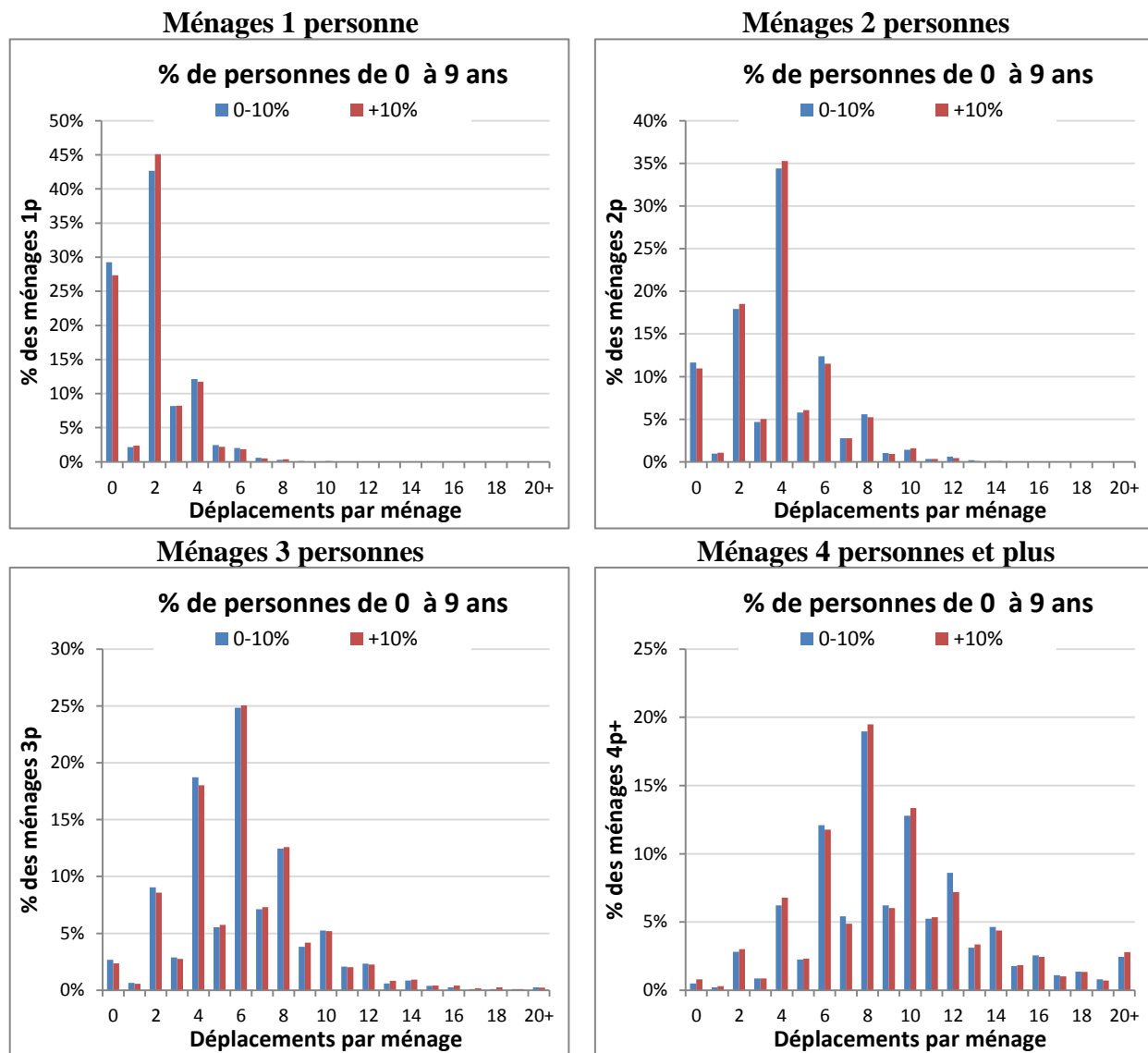


Figure 5.22 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – % de 0-9ans

Le taux d'emploi à la Figure 5.23 a un effet positif sur la mobilité des ménages de une à trois personnes. Effectivement, plus le taux d'emploi augmente, plus le nombre de non-mobiles diminue. De plus, pour ces des tailles de ménages, pour un taux maximal d'emploi dans le voisinage (de 75% à 100%), deux déplacements par personne est le nombre le plus représenté en proportion. Cet effet est logique en se référant aux déplacements aller-retour motif travail.

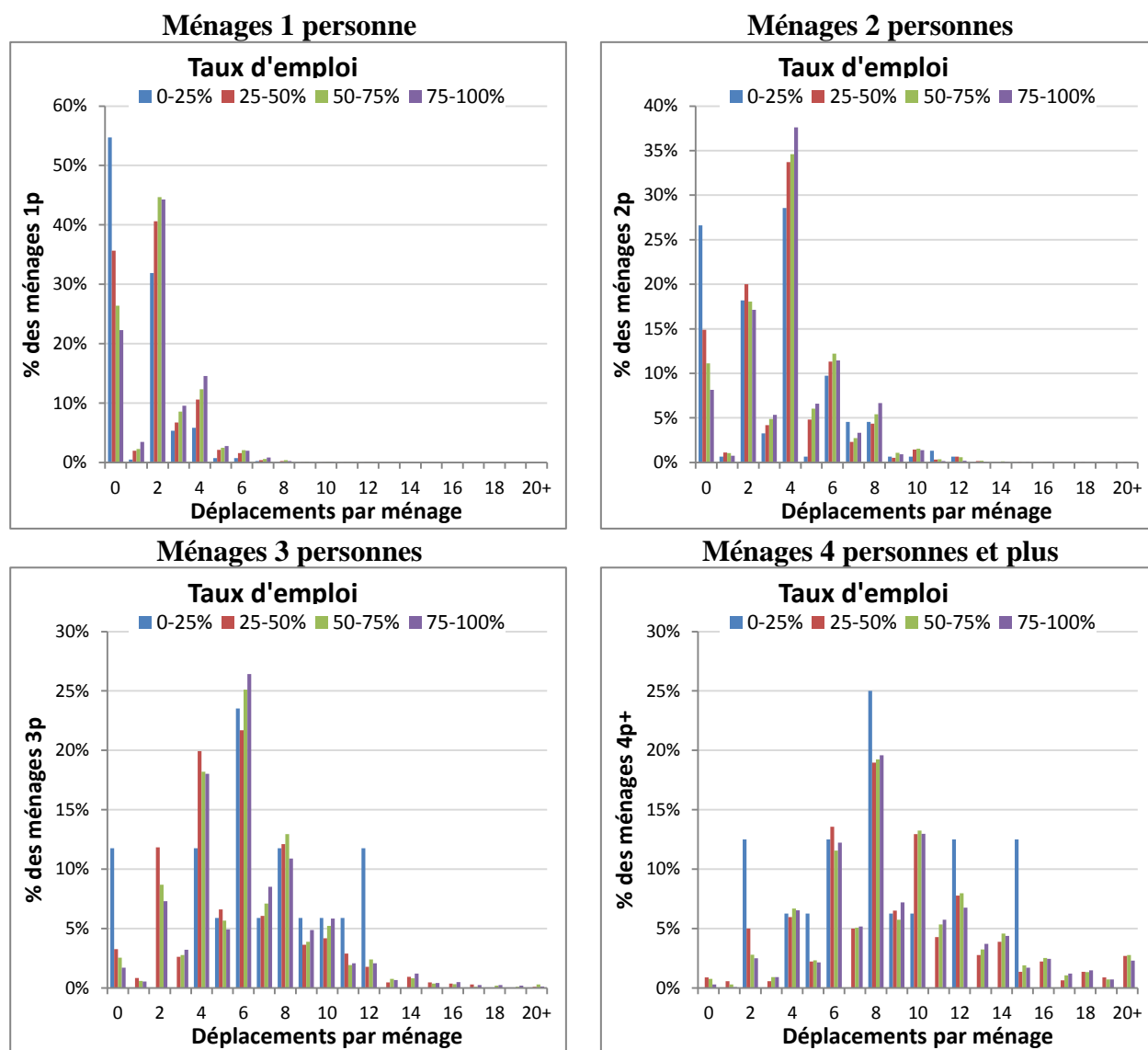


Figure 5.23 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Taux d'emploi

Seulement 14% des aires de diffusion ont un pourcentage non-nul de logements dans un bâtiment de cinq étages et plus. La catégorisation est donc facilement dérivable. À la Figure 5.24 il est possible de voir que l'effet des logements dans un bâtiment de cinq étages et plus est tout de même faible, quoique le nombre de ménages à une personne non-mobiles augmente avec la présence de tels logements.

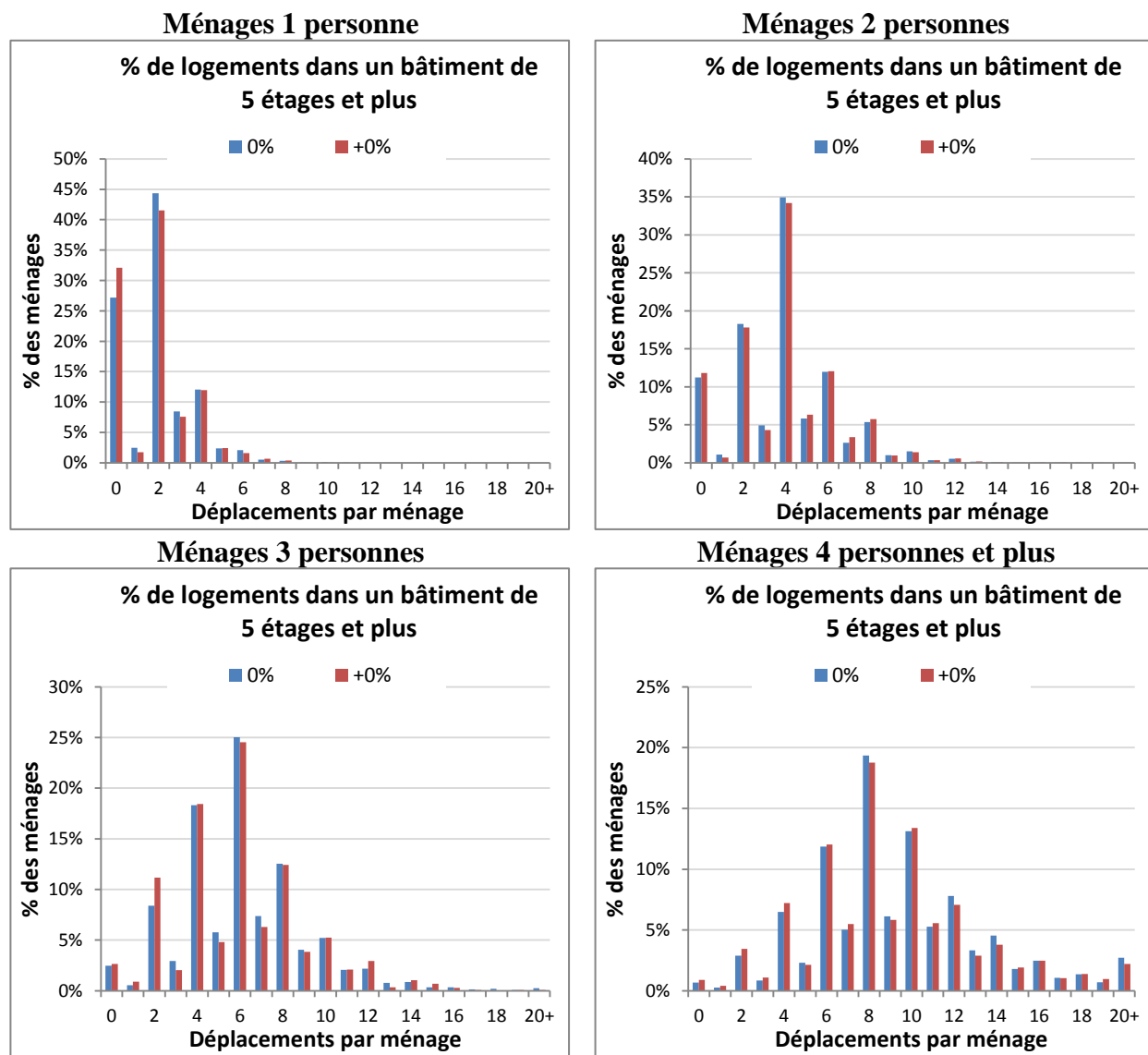


Figure 5.24 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – % de logements dans un bâtiment de 5 étages et plus

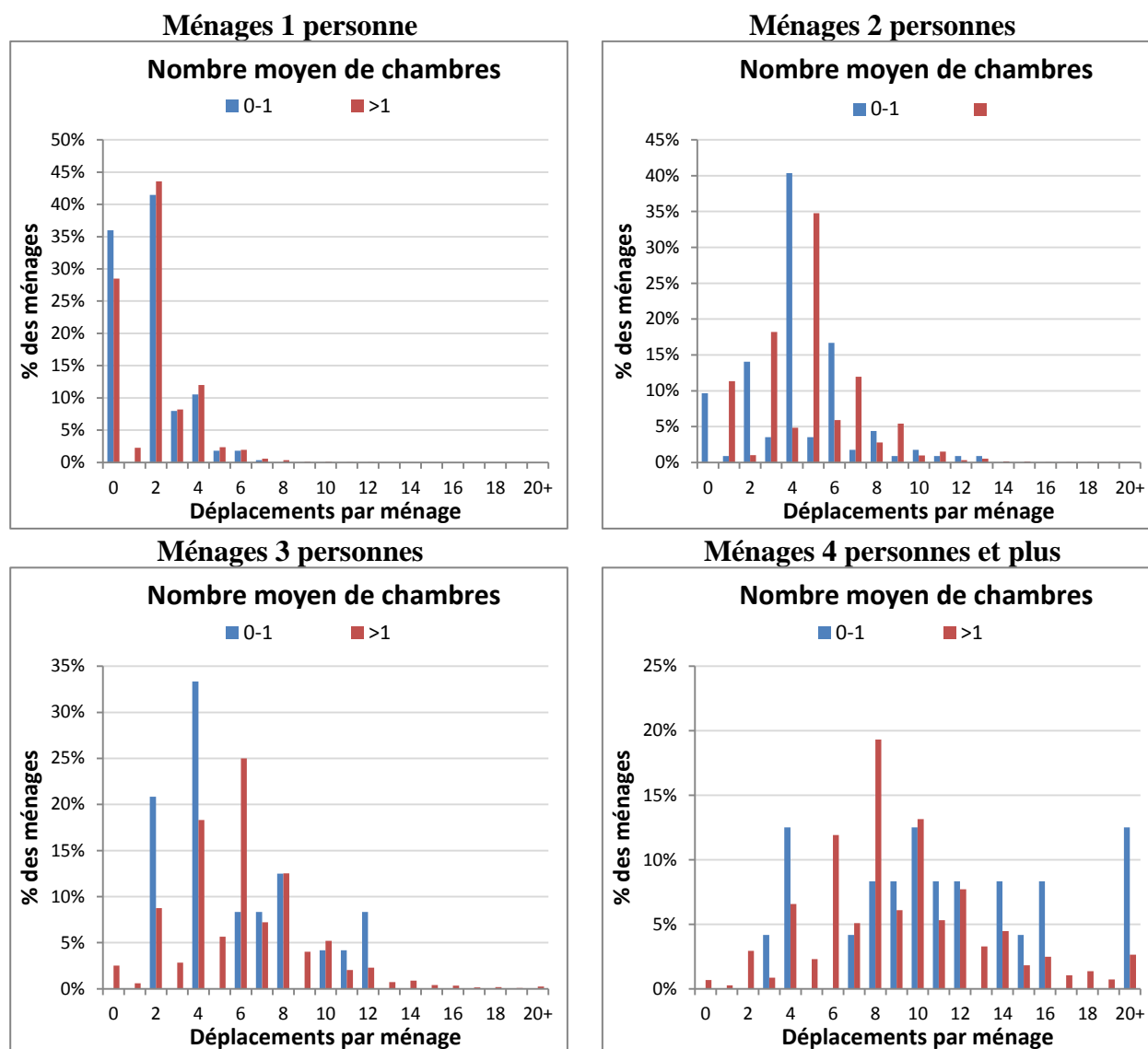


Figure 5.25 Distributions du nombre de déplacements par taille de ménage – Nombre moyen de chambres

À la Figure 5.25, l'effet du nombre moyen de chambres est analysé. Les catégories choisies sont de zéro à une chambre en moyenne contre d'une à cinq chambres en moyenne. Pour la première catégorie, le nombre de ménages à une personne non-mobiles est plus grand comparativement à la deuxième catégorie. Par contre, dans cette même catégorie, une plus grande proportion de ménages à deux et trois personnes font quatre déplacements, beaucoup plus comparativement à la deuxième catégorie et aux distributions de référence. De plus, pour un nombre moyen de chambre de zéro à un, une grande proportion des ménages à quatre personnes et plus font plus de 20 déplacements, ce qui est anormal comparativement à tout ce qui a été observé précédemment.

5.2.4.4 Test de Kolmogorov-Smirnov

Sur les graphiques précédents, il est possible de remarquer quelques différences dans les distributions, mais ces différences sont-elles significatives? Une façon de déterminer si deux distributions sont significativement différentes l'une de l'autre est d'utiliser le t-test. Par contre, pour le t-test performe bien, il faut idéalement que les distributions soient normales et si elles ne sont pas parfaitement normales, il faut un échantillon avec suffisamment de données. De plus, même pour un grand nombre de données, le t-test dans le cas de distributions non-normales peut donner de mauvais résultats.

Le test de Kolmogorov-Smirnov (KS) à deux échantillons peut être utilisé pour évaluer si deux distributions proviennent d'une même loi (si leurs distributions sont statistiquement similaires). Le test évalue cette probabilité à l'aide de la différence maximale entre les deux distributions exprimées en valeurs cumulées. Le test de KS est une alternative au t-test pour déterminer si deux distributions sont différentes même si elles ont une moyenne ou une médiane semblable. Les distributions sont cumulées, et la différence verticale maximale entre les deux distributions est la « statistique D ». Cette statistique D est associée à une valeur P (P-value). La valeur P exprime la probabilité que les distributions soient semblables. Effectivement, si la valeur P de la statistique D est de 0.05 et moins, les distributions ont 5% de chance et moins d'être semblables, donc sont considérées différentes entre elles.

Un exemple de ce test entre deux distributions sera démontré. L'outil qui a été utilisé pour faire le test est STATA. Les distributions des taux de déplacements pour les ménages à une personne de Montréal centre et des couronnes ont été sélectionnées pour faire le test KS. Les distributions cumulées sont illustrées à la Figure 5.26.

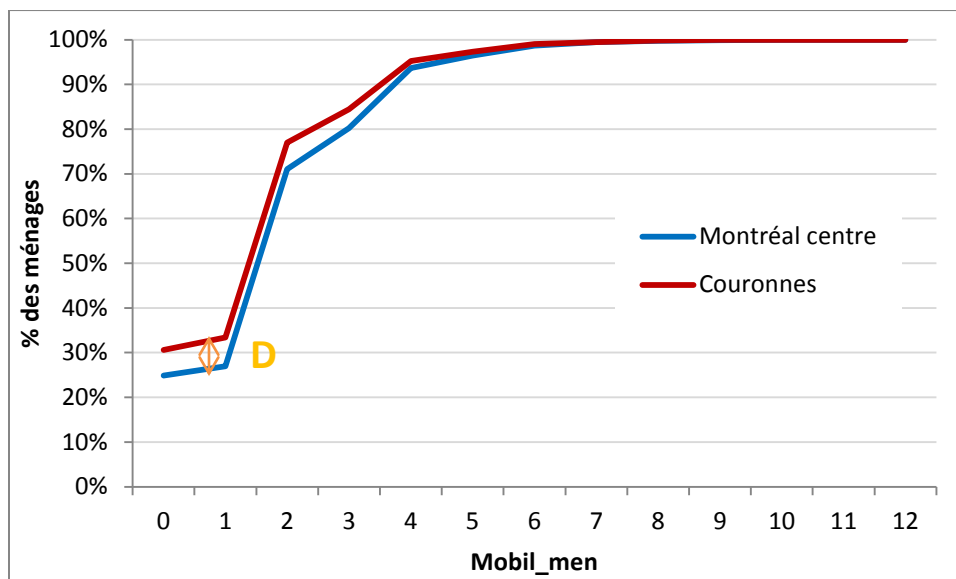


Figure 5.26 Distributions cumulées des taux de déplacements pour deux régions

Il est possible de voir sur la Figure 5.26 que le D, c'est-à-dire la plus grande différence entre les deux distributions, se situe environ à 1 déplacement par ménage. Voici à la Figure 5.27 les courbes de distribution ainsi que le résultat du test KS tel que produit par STATA.

La distribution 1 est Montréal centre et la distribution 8 est celle des couronnes. Le D est évalué à 6,5 %, ce qui peut être observé sur la Figure 5.26. Puisque le P-value est plus petit que 0.05, les distributions sont considérées significativement différentes l'une de l'autre.

Les distributions des taux de déplacements pour les ménages à une personne dans un voisinage plus ou moins âgé semblaient avoir une forte différence (voir Figure 5.21). Les distributions pour un pourcentage de 0 à 50% et de 50% et plus de 65 ans et plus seront testés avec le test KS.

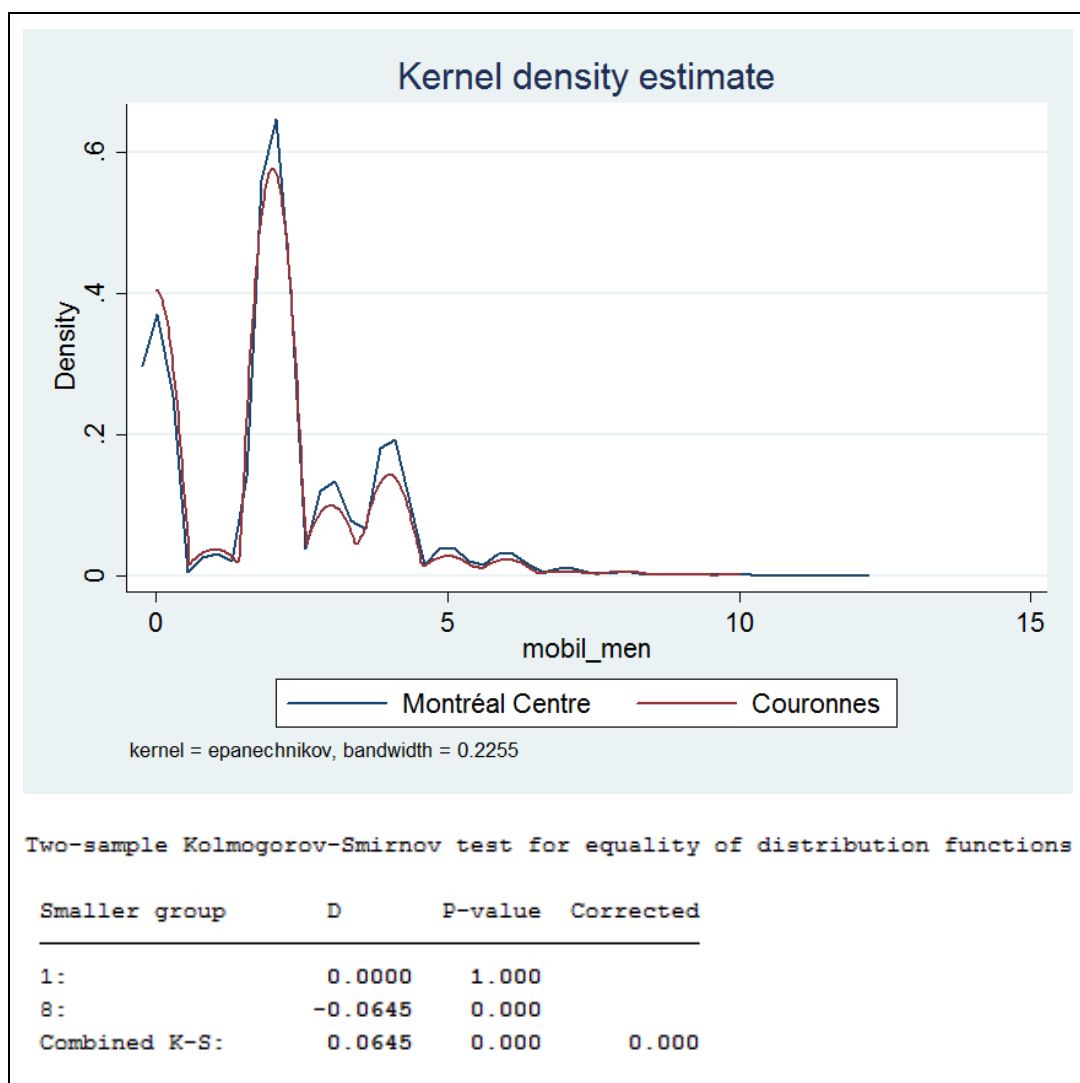


Figure 5.27 Test de Kolmogorov-Smirnov entre deux distributions régionales de taux de déplacements
 Sur la Figure 5.28, il est possible de voir que le D est beaucoup plus grand qu'entre les deux distributions précédentes. Le test effectué avec STATA est illustré à la Figure 5.29.

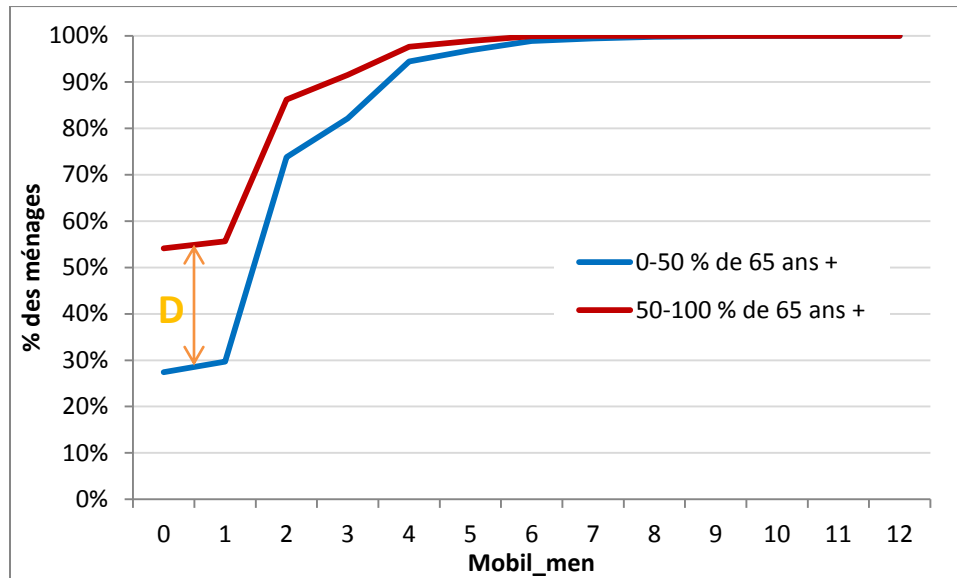


Figure 5.28 Distributions cumulées des taux de déplacements pour deux concentrations de personnes de 65 ans et plus dans le voisinage

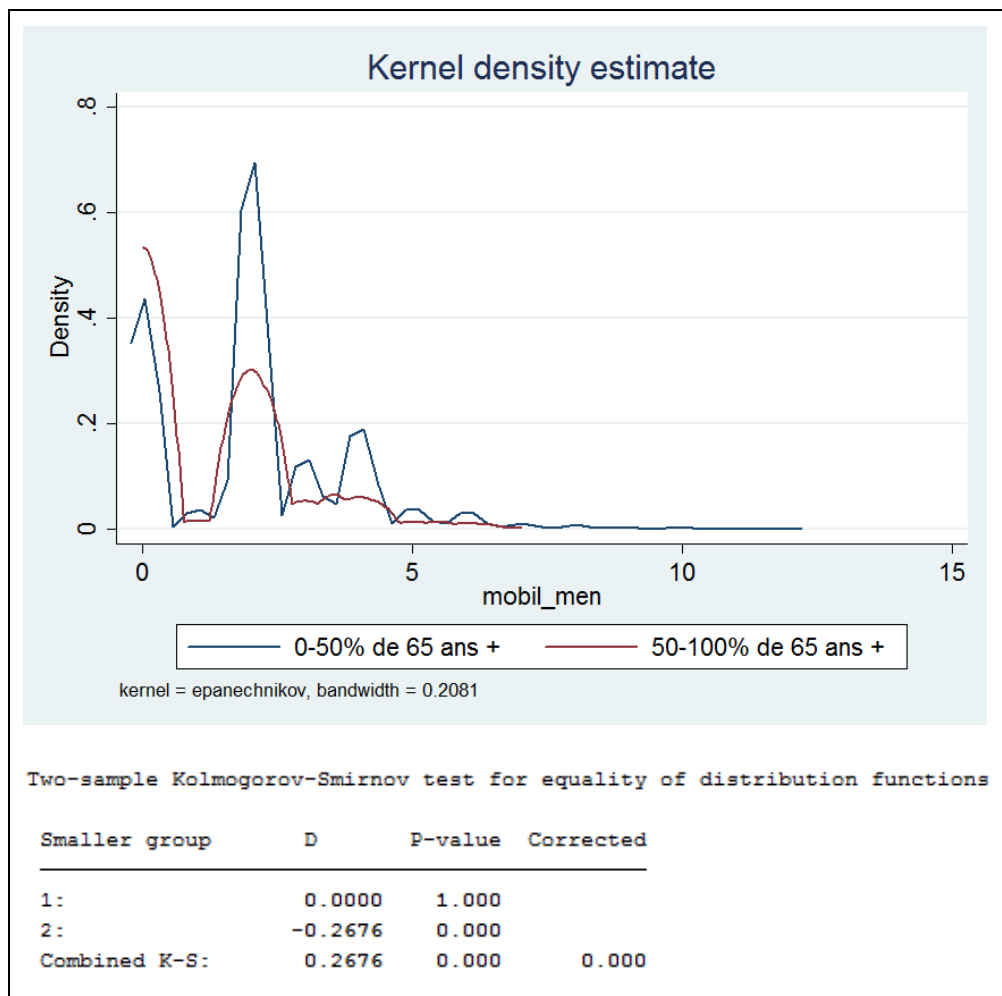


Figure 5.29 Test de Kolmogorov-Smirnov entre deux distributions de voisinage de taux de déplacements

Encore une fois, les deux distributions sont testées différentes l'une de l'autre. En effet, il y a 0% de probabilité (P-value) que les deux distributions proviennent d'une même loi.

5.2.5 Comparaison des quatre approches

Les approches #2, #3 et #4 peuvent être comparées quant aux erreurs générées lors de la génération de déplacements par taille de ménage. Il faut se souvenir que la génération de déplacements selon ces méthodes requiert la répartition des ménages par taille au préalable ce qui cumule les imprécisions. Aussi, l'objet de référence n'est pas la même pour les trois approches. Effectivement, la génération de déplacements est faite au niveau de l'ADIDU dans la deuxième approche tandis qu'elle est faite au niveau des ménages pour les deux autres approches. Voici à la Figure 5.32 les trois graphiques des erreurs directes de la génération de déplacements pour les trois approches rappelée ci-dessous.

- Approche #2 : Génération de déplacements par taille de ménage agrégée au niveau de la zone
- Approche #3 : Génération de déplacements par taille de ménage désagrégée au niveau du ménage
- Approche #4 : Les distributions de taux de déplacements par taille de ménage

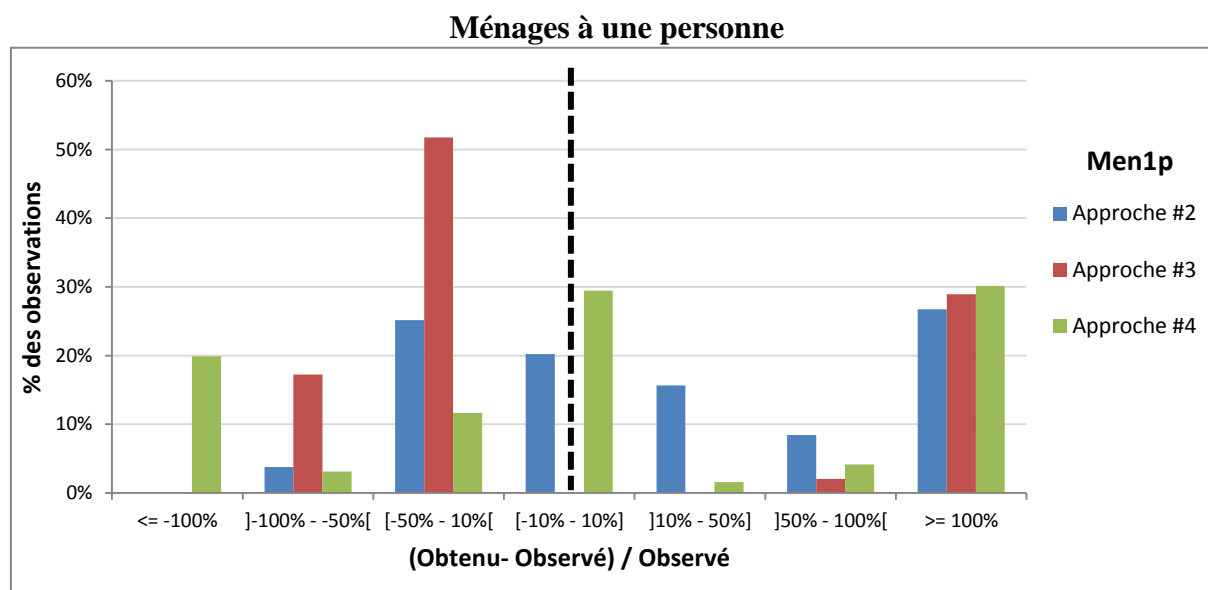
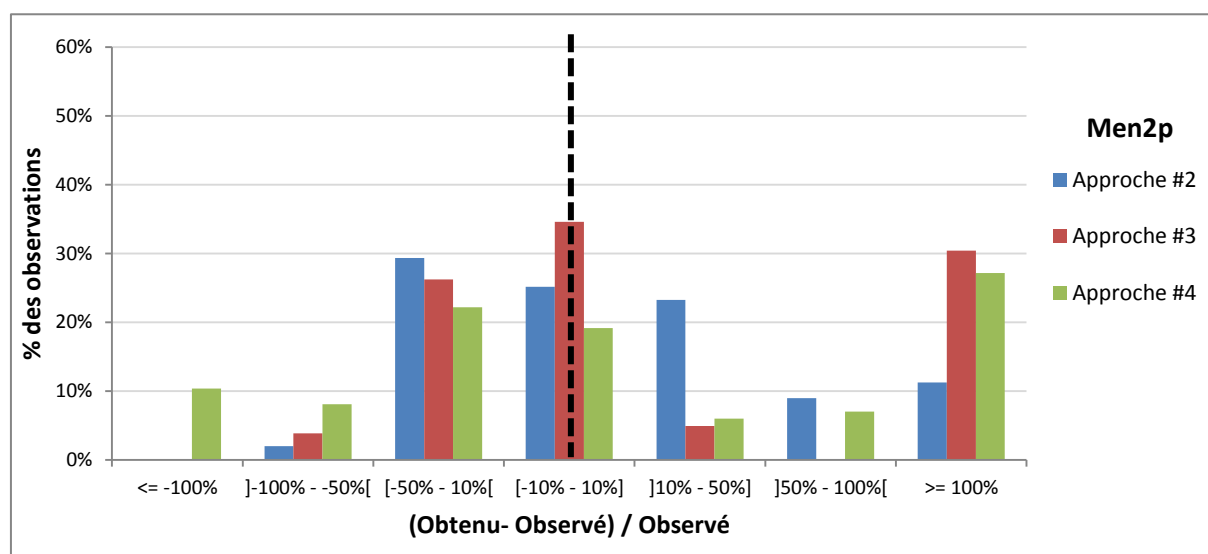


Figure 5.30 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4

Ménages à deux personnes



Ménages à trois personnes

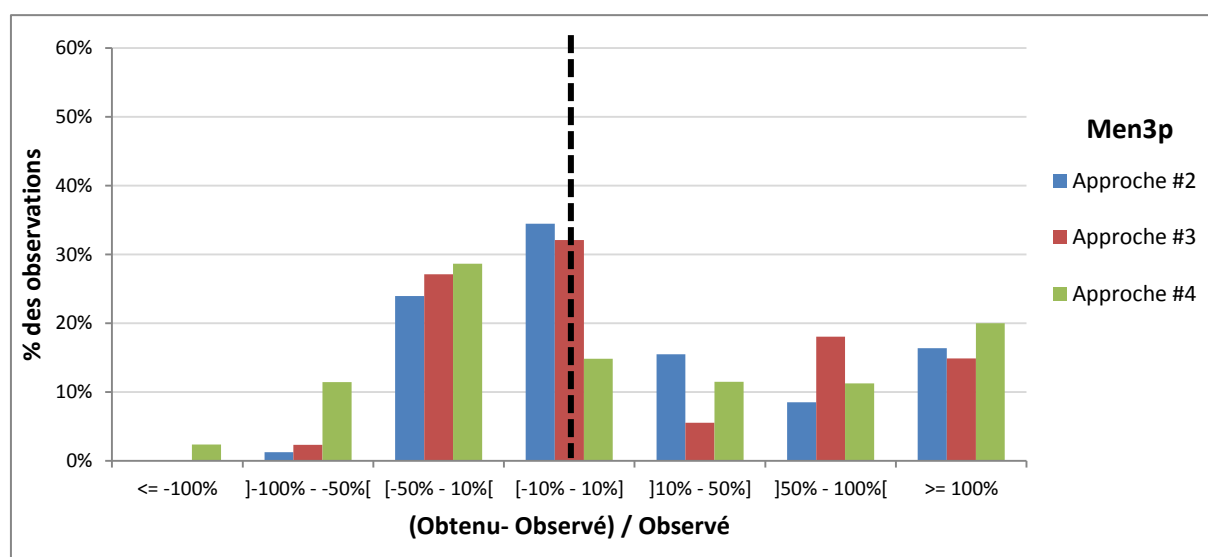


Figure 5.31 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4

Ménages à quatre personnes et plus

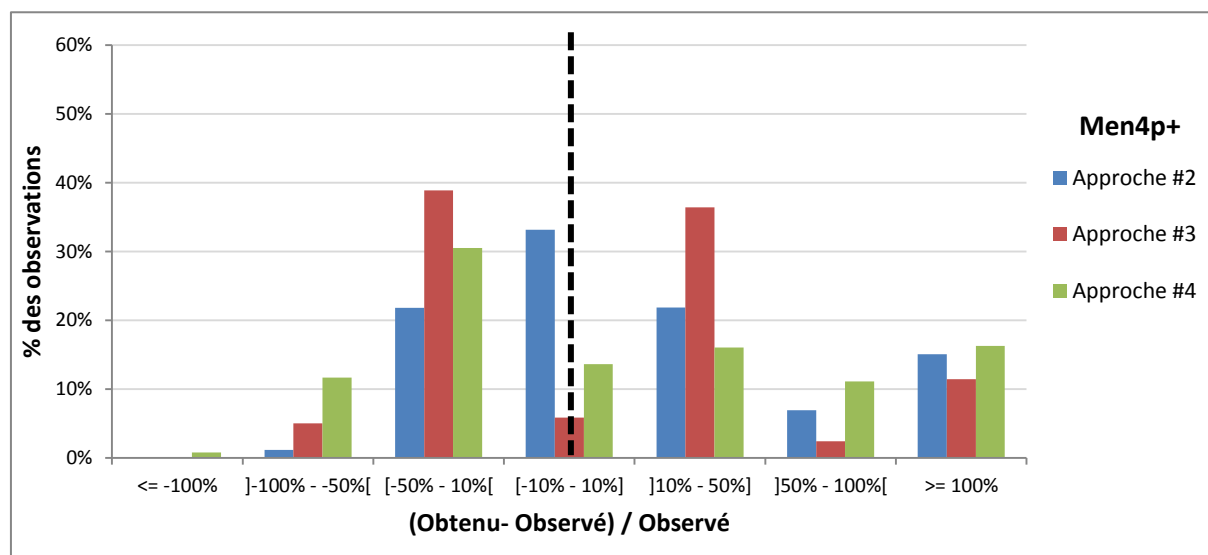


Figure 5.32 Comparaison des erreurs de génération de déplacements pour les approches 2, 3 et 4

La deuxième approche a tendance à surestimer les déplacements pour toutes les tailles de ménage. Dans la troisième approche, les erreurs sont plus distribuées, et c'est l'approche pour laquelle il y a le plus d'observations prédites avec la plus petite erreur ($\pm 10\%$). Par contre, pour cette approche, les déplacements des ménages à une personne sont sous-estimés en général. La quatrième approche quant à elle a la meilleure répartition des erreurs pour toutes les tailles de ménage. Bien que le nombre d'erreurs de prédiction se situant entre -10% et 10% soit plus faible que pour les autres approches, aucune taille de ménage n'est représentée à plus de 30% dans chacune des catégories d'erreur.

Afin de comparer des résultats des quatre approches, un projet concret a été choisi pour tester les différents modèles et comparer les résultats. Le Lowney sur ville est un des nombreux projets de condominium dans le quartier de Griffintown (Prével Urbain, 2013). En regardant sur le site internet du projet, il est possible de recueillir plusieurs informations et de faire des hypothèses pour celles manquantes. Il est certain que lors de l'analyse d'impact d'un tel projet, les données exactes sont préférables, mais il ne s'agit ici que d'un test. Le projet est localisé au centre-ville, mais dans le cadre de cette recherche, deux localisations ont été imaginées pour pouvoir comparer



non seulement les modèles entre eux, mais l'effet de la localisation résidentielle. Voici les propriétés du projet et les localisations choisies.

Selon ce qui a été relevé sur le site internet, le projet phase 1 est composé de :

- 135 unités à 1 chambre;
- 60 unités à 2 chambres;
- Les prix varient entre 125 000\$ et 350 000\$ avant taxes.

Les deux localisations testées sont représentées à la Figure 5.33.

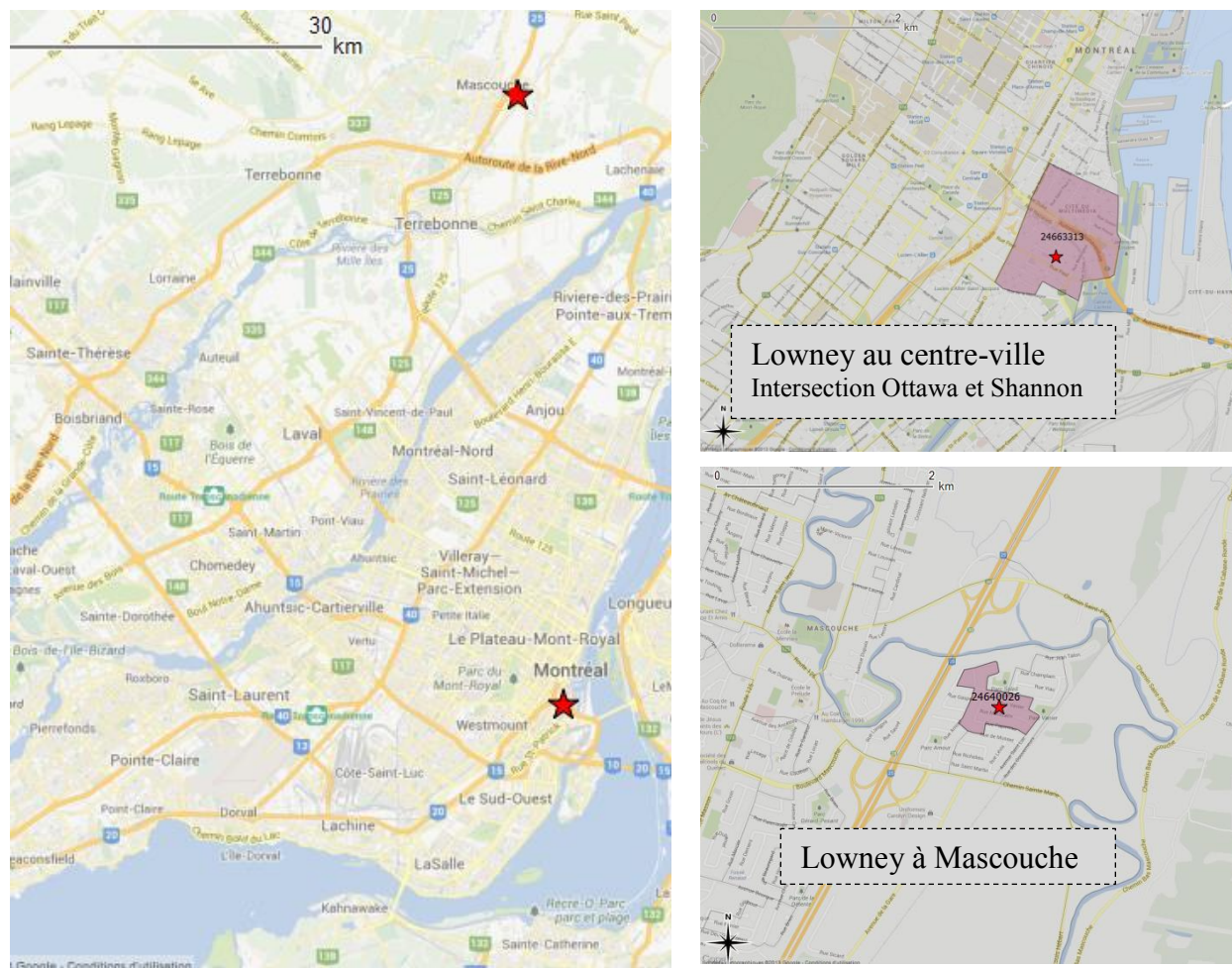


Figure 5.33 Localisations testées pour le projet du Lowney

Les données qui sont entrées au modèle de répartition des ménages par taille sont :

- Un nombre moyen de chambres de 1.31;
- Une valeur moyenne de logement de 283 000\$ (en émettant des hypothèses sur le prix des unités selon la fourchette de prix affichée et en incluant les taxes);
- Un taux d'occupation prévu de 80%.

Les quatre approches sont appliquées sur les 156 logements (195 condos occupés à 80%), les résultats y sont illustrés au Tableau 5.17. Les résultats de la répartition des ménages par taille sont présentés au Tableau 5.18. L'approche 1' est l'approche #1, mais avec la variable domi du type de construction dominant.

Tableau 5.17 Génération de déplacements du Lowney, 4 approches, 2 localisations

	Centre-Ville		Mascouche	
	Nbre dépl.	Taux/Log	Nbre dépl.	Taux/Log
Approche #1	104	0.67	294	1.89
Approche #1'	208	1.34	401	2.57
Approche #2	538	3.45	530	3.40
Approche #3	456	2.92	520	3.33
Approche #4	443	2.84	530	3.40

Tableau 5.18 Répartition des ménages par taille pour le Lowney, 2 localisations

	Centre-Ville				Mascouche			
	Répartition	Taux/Pers			Répartition	Taux/Pers		
		Approche #2	Approche #3	Approche #4		Approche #2	Approche #3	Approche #4
Men1p	57.7%	2.31	1.69	1.97	51.1%	2.37	1.69	1.94
Men2p	34.1%	2.37	2.07	1.81	34.1%	2.19	2.07	2.17
Men3p	8.1%	2.05	2.19	1.90	11.3%	2.05	2.19	1.67
Men4p+	0.0%	-	-	-	3.5%	-	-	-

L'approche #1 qui est la génération de déplacement au niveau de la zone, ne donne pas un résultat réaliste ni pour le centre-ville ni pour Mascouche surtout au premier essai. En effet, puisque le Lowney agit ici en tant que zone, la variable %app5 qui représente le nombre de logements présents dans un bâtiment de cinq étages et plus est de 100%. Comme mentionné précédemment, cette variable est très sensible lorsqu'elle est non-nulle et son coefficient est négatif, ce qui explique en parti pourquoi le modèle sous-estime tant le nombre de déplacements. Au deuxième essai (#1') avec la variable domi pour la dominance ou non de logements compris dans un bâtiment de cinq étages et plus, le nombre de déplacements est plus élevé mais tout de même relativement faible.

En fonction des propriétés de l'aire de diffusion en question, voici au Tableau 5.18 les résultats obtenus pour la répartition des ménages par taille. Le nombre de déplacements par personne pour les ménages à quatre personnes et plus ne peut pas être calculé puisque que le nombre de personnes dans le ménage est inconnu et variable. De plus, pour l'approche #1 qui est la

génération de déplacements au niveau de la zone, le taux de mobilité des personnes ne peut pas non plus être calculé.

La répartition des ménages par taille est différente entre le centre-ville et Mascouche. Cette répartition influence directement le nombre de déplacements générés pour les trois dernières approches. À Mascouche, il y a moins de ménages à une personne et plus de ménages à trois personnes et plus comparativement au centre-ville. Le nombre de déplacements générés à Mascouche est aussi plus élevé qu'au centre-ville pour toutes les approches. Il est cependant à noter que l'hypothèse de conserver un prix par logement identique au centre-ville et à Mascouche influence les résultats de répartition des ménages par taille. En effet, en réalité, le prix du logement à Mascouche serait plus faible qu'au centre-ville. Une valeur moyenne de logement moindre influencerait à la baisse la proportion des ménages à une personne et à quatre personnes et plus et favoriserait la présence des ménages à deux et trois personnes. Une répartition des ménages différente aurait évidemment un effet direct sur le nombre de déplacements générés par les approches #2, #3 et #4.

L'approche #3 qui est la relation linéaire entre la taille du ménage et la mobilité n'est pas variable sur le territoire et apporte le taux de mobilité le plus faible pour les ménages à une personne.

La différence majeure entre les quatre approches développées et la méthode de l'ITE est la prise en considération des caractéristiques du projet résidentiel et de son emplacement sur le territoire pour évaluer la génération de déplacements. De plus, les approches développées considèrent tous les déplacements faits par les ménages même ceux non liés au domicile (91% des déplacements de l'enquête OD 2008 sont basés au domicile). L'ITE, considère seulement les déplacements faits dans la zone, donc basés au domicile. Une comparaison est faite avec les données du *Trip Generation* (ITE, 2003) à la Figure 5.34.

Méthode ITE		Approche #1		Approche #2		Approche #3		Approche #4		
Régression linéaire		Déplacements totaux								
	Coefficient	Tout emplacement	Centre-ville	Mascouche	Centre-ville	Mascouche	Centre-ville	Mascouche	Centre-ville	Mascouche
Nbre logements	3.731	811	104	294	538	530	456	520	443	530
Constante	229.100									
Taux moyen		652								
Nbre logements	4.180									

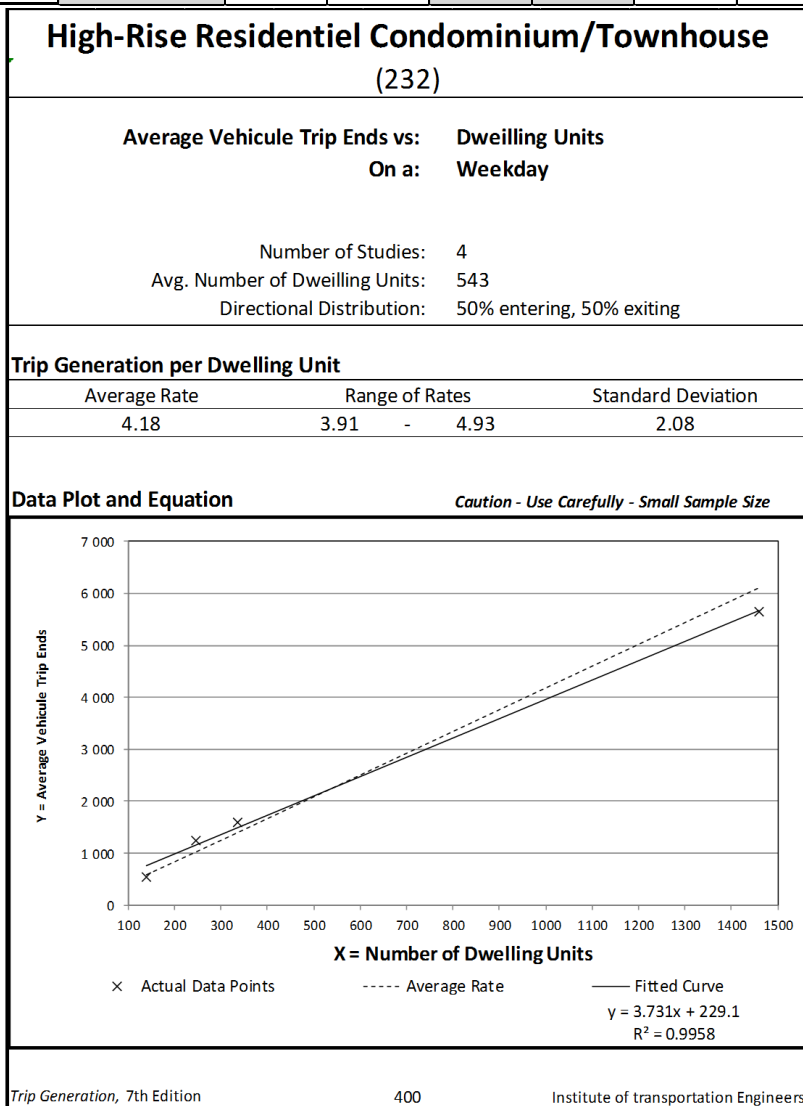


Figure 5.34 Comparaison des résultats du modèle avec le Trip Generation (ITE)

Deux façons sont disponibles pour calculer le nombre de déplacements générés par 156 unités de logement selon la méthode de l'ITE illustrée à la Figure 5.34: par régression linéaire ou avec le taux moyen. D'après les règles énoncées dans le *Trip Generation Handbook*, le taux moyen est la méthode à privilégier ici puisqu'il y a moins de 20 données et que coefficient de variation est inférieure à 110% du taux moyen (ITE, 2004). Il ne faut pas oublier que les déplacements obtenus par la méthode du ITE sont tous considérés comme étant faits en automobile. La méthode de l'ITE prévoit un nombre de déplacements supérieur aux nombres calculés avec toutes

les approches développées pour le projet du Lowney. Bien qu'il ne soit pas possible de valider, la supposition que la méthode de l'ITE surestime le nombre de déplacements généré par un projet résidentiel peut être faite, d'autant plus que les approches développées considèrent tous les déplacements faits par les ménages. De plus, au centre-ville, le nombre de déplacements fait en automobile serait certainement surestimé par l'ITE pour le projet du Lowney.

5.3 Répartition modale

Éventuellement, les déplacements devront être répartis par mode. Deux stratégies sont imaginées. La première consiste à répartir les déplacements par mode à la fin, à partir du nombre total de déplacements, selon les parts modales déjà observées dans le quartier. La deuxième stratégie est d'inclure d'autres variables de voisinage tels le niveau de service de transport collectif et la densité d'intersections par exemple pour générer un nombre de déplacements par mode plutôt qu'un nombre de déplacements totaux.

La répartition modale complète ne sera pas effectuée dans le cadre de cette recherche. Par contre, le nombre de déplacements en transport en commun sera généré à l'aide des 4 approches développées, ce qui correspond davantage à la deuxième stratégie de répartition modale.

5.4 Génération de déplacements TC

Pour générer le nombre de déplacements en transport collectif, des variables différentes sont nécessaires par rapport à la génération des déplacements tous modes. En effet, on suppose que l'utilisation du transport en commun est fortement influencée par le niveau de service à proximité. Au niveau du ménage, la proximité du domicile par rapport à une station de train et de métro, ainsi que le nombre de passages-arrêts sur une période de 24h, sont des variables qui ont été étudiées. Au niveau de l'aire de diffusion, la proximité d'une station de train ou de métro étaient aussi des variables étudiées, mais par rapport au centroïde de chaque zone. La distance par rapport au centre-ville, une variable facile à déterminer, a été une variable très utile pour la génération de déplacements TC. Les sections qui suivent présentent la génération de déplacements en transport collectif, développée en quatre approches correspondant à celles développées pour la génération de déplacements tous modes.

5.4.1 Approche #1 : Génération de déplacements TC par zone

Pour générer le nombre de déplacements en transport collectif, une nouvelle analyse des corrélations a été faite. Voir en Annexe 1 pour les tables de corrélations. Voici au Tableau 5.20 le modèle de génération de déplacements TC par zone.

Tableau 5.19 Description des variables de génération de déplacements TC par aire de diffusion

Variable	Description
men	Nombre de ménages dans la zone
distcv	Distance du centroïde de la zone par rapport au centre-ville
metro1km	1: Présence d'une station de métro à 1km et moins du centroïde de la zone
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans les logements de la zone
tauxcho	Nombre de résidents sur 100 étant au chômage
%45-54ans	Pourcentage des résidents âgés de 45 à 54 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone
app5_domi	1: Dominance des logements situés dans un bâtiment de 5 étages ou plus 0: Dominance d'un autre type de logement

Équation 5.9 Équation de la génération de déplacements TC par aire de diffusion

$$deplTC = 0.57 * men - 5.90 * distCV + 85.72 * metro1km - 23.03 * nb_chambre + 3.55 * tauxCho \\ + 231.06 * 4554ans - 226.37 * 5564ans - 35.71 * app5domi + 150.69$$

Tableau 5.20 Génération de déplacements TC par aire de diffusion

Nombre de déplacements				
Nombre d'observations: 3270				
R-sq : 0.5045				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men	0.57	254.21	146.14	0.000
distcv	-5.90	17.84	-105.36	0.000
metro1km	85.72	0.18	15.41	0.000
nb_chambre	-23.03	2.50	-57.68	0.000
tauxcho	3.55	7.00	24.86	0.000
%45-54ans	231.06	0.16	36.87	0.005
%55-64ans	-226.37	0.12	-27.05	0.001
app5domi	-35.71	0.05	-1.63	0.008
_cons	150.69		150.69	0.000
			182.27	

Le nombre de ménages, la distance par rapport au centre-ville et le nombre moyen de chambres sont les variables qui ont le plus d'effet sur le nombre de déplacements TC. La distance par rapport au centre-ville et le nombre de chambres ont un effet négatif sur ce nombre, donc plus la valeur de ces variables est élevée, moins il y a de déplacements TC. La distance par rapport au

centre-ville et le nombre moyen de chambres sont des variables corrélées positivement ($R=0.35$). Effectivement, près du centre-ville, la taille des logements est généralement plus petite. La présence du groupe d'âge 45-54 ans influence positivement le nombre de déplacements TC effectué dans la zone tandis que la présence du groupe d'âge 55-64 ans influence négativement l'utilisation du TC. Évidemment, la présence du métro à 1 km et moins influence positivement le nombre de déplacements TC. Le taux de chômage a aussi une influence positive, ce qui pourrait amener à croire qu'il est plus élevé près du centre-ville. Effectivement, le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de -0.22, ce qui laisse croire que plus la distance par rapport au centre-ville augmente, moins le taux de chômage est élevé. La dominance des logements dans un bâtiment de cinq étages et plus influence à la baisse de nombre de déplacements TC, comme elle influençait négativement le nombre de déplacements tous modes.

5.4.2 Approche #2 : Génération de déplacements TC par taille de ménage au niveau de la zone

Les mêmes variables que pour la génération de déplacements TC par zone ont été utilisées pour faire la génération par taille de ménage. Voici les modèles aux Tableau 5.22, Tableau 5.23, Tableau 5.24 et Tableau 5.25.

Les variables ne sont pas toutes significatives pour toutes les tailles de ménage. Par contre, pour les quatre tailles de ménages, les variables les plus influentes sur le nombre de déplacements TC sont les mêmes, c'est-à-dire le nombre de ménages, la distance par rapport au centre-ville et le nombre moyen de chambres. Ces deux variables influencent négativement le nombre de déplacements TC par zone pour toutes les tailles de ménage. La présence du métro à 1 km et moins influence quant à elle positivement l'utilisation du TC pour toutes les tailles de ménage. Le taux de chômage, lorsqu'il est significatif, influence positivement le nombre de déplacements TC pour toutes les tailles de ménages. Toutes ces observations vont dans le même sens que pour la génération de déplacement TC par zone, toutes tailles de ménages confondues. Des différences sont tout de même observées entre les deux approches au niveau des groupes d'âge présents dans la zone. Effectivement, selon la taille de ménages, les groupes d'âge n'influencent pas le nombre de déplacements TC de la même façon. Pour les ménages d'une et de deux personnes, le groupe d'âge 55-64 ans influence négativement de nombre de déplacements TC comme il avait été

observé dans l'approche #1. Par contre, pour les ménages à 3 personnes et plus, le groupe d'âge 55-64 ans influence positivement le nombre de déplacements TC.

Tableau 5.21 Description des variables des modèles de génération de déplacements TC par taille de ménage agrégés par zone

Variable	Description
men1p	Nombre de ménages à une personne dans la zone
men2p	Nombre de ménages à deux personnes dans la zone
men3p	Nombre de ménages à trois personnes dans la zone
men4p	Nombre de ménages à quatre personnes dans la zone
distcv	Distance du centroïde de la zone par rapport au centre-ville
metro1km	1: Présence d'une station de métro à 1km et moins du centroïde de la zone
nb_chambre	Nombre moyen de chambres dans les logements de la zone
tauxcho	Nombre de résidents sur 100 étant au chômage
%45-54ans	Pourcentage des résidents âgés de 45 à 54 ans dans la zone
%55-64ans	Pourcentage des résidents âgés de 55 à 64 ans dans la zone
app5_domi	1: Dominance des logements situés dans un bâtiment de 5 étages ou plus 0: Dominance d'un autre type de logement

Équation 5.10 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à une personne agrégée par zone

$$deplTCmen1p = 0.40 * men1p - 0.80 * distCV + 27.01 * metro1km - 5.03 * nb_{chambre} + 0.64 * tauxCho + 37.53 * 4554ans - 89.81 * 5564ans - 6.09 * app5domi + 23.65$$

Équation 5.11 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à deux personnes agrégée par zone

$$deplTCmen2p = 0.51 * men2p - 1.58 * distCV + 37.18 * metro1km - 22.21 * nb_{chambre} + 0.19 * tauxCho + 82.51 * 4554ans - 131.44 * 5564ans + 1.75 * app5domi + 82.54$$

Équation 5.12 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à trois personnes agrégée par zone

$$deplTCmen3p = 0.79 * men3p - 1.34 * distCV + 13.40 * metro1km - 12.94 * nb_{chambre} + 0.52 * tauxCho + 68.69 * 4554ans - 62.29 * 5564ans - 6.48 * app5domi + 38.49$$

Équation 5.13 Équation de la génération de déplacements TC des ménages à quatre personnes agrégée par zone

$$deplTCmen4p = 0.99 * men4p - 2.24 * distCV + 12.79 * metro1km - 6.89 * nb_{chambre} + 2.02 * tauxCho + 67.80 * 4554ans + 138.51 * 5564ans - 11.53 * app5domi + 26.39$$

Tableau 5.22 Génération de déplacements TC des ménages à une personne agrégée par zone

Nombre de déplacements men1p				
Nombre d'observations: 3270				
R-sq : 0.4786				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men1p	0.40	77.94	31.39	0.000
distcv	-0.80	17.84	-14.34	0.000
metro1km	27.01	0.18	4.86	0.000
nb_chambre	-5.03	2.50	-12.59	0.008
tauxcho	0.64	7.00	4.50	0.000
%45-54ans	37.53	0.16	5.99	0.156
%55-64ans	-89.81	0.12	-10.73	0.000
app5domi	-6.09	0.05	-0.28	0.174
_cons	23.65		23.65	0.000
			32.44	

Tableau 5.23 Génération de déplacements TC des ménages à deux personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men2p				
Nombre d'observations: 3270				
R-sq : 0.4278				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men2p	0.51	83.73	43.11	0.000
distcv	-1.58	17.84	-28.21	0.000
metro1km	37.18	0.18	6.69	0.000
nb_chambre	-22.21	2.50	-55.62	0.000
tauxcho	0.19	7.00	1.31	0.377
%45-54ans	82.51	0.16	13.17	0.012
%55-64ans	-131.44	0.12	-15.70	0.000
app5domi	1.75	0.05	0.08	0.746
_cons	82.54		82.54	0.000
			47.37	

Tableau 5.24 Génération de déplacements TC des ménages à trois personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men3p				
Nombre d'observations: 3270				
R-sq : 0.3385				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men3p	0.79	40.77	32.36	0.000
distcv	-1.34	17.84	-23.85	0.000
metro1km	13.40	0.18	2.41	0.000
nb_chambre	-12.94	2.50	-32.42	0.000
tauxcho	0.52	7.00	3.64	0.008
%45-54ans	68.69	0.16	10.96	0.024
%55-64ans	62.29	0.12	7.44	0.020
app5domi	-6.48	0.05	-0.30	0.194
_cons	38.49		38.49	0.000
			38.73	

Tableau 5.25 Génération de déplacements TC des ménages à quatre personnes agrégée par zone

Nombre de déplacements men4p				
Nombre d'observations: 3270				
R-sq : 0.3214				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
men4p	0.99	51.76	51.23	0.000
distcv	-2.24	17.84	-39.95	0.000
metro1km	12.79	0.18	2.30	0.008
nb_chambre	-6.89	2.50	-17.26	0.037
tauxcho	2.02	7.00	14.16	0.000
%45-54ans	67.80	0.16	10.82	0.163
%55-64ans	138.51	0.12	16.55	0.001
app5domi	-11.53	0.05	-0.53	0.147
_cons	26.39		26.39	0.021
			63.72	

5.4.3 Approche #3 : Génération de déplacements TC par taille de ménage au niveau du ménage

Pour la génération de déplacements tous modes, cette approche consistait à définir la mobilité en fonction de la taille du ménage seulement. Pour pouvoir estimer un nombre de déplacements en transport collectif, d'autres variables étaient essentielles. Voici au Tableau 5.27 le modèle développé.

Équation 5.14 Équation du modèle désagrégé de génération de déplacements TC

$$\frac{Depl}{men} = 0.357 * taille - 0.021 * distCV + 0.393 * metro1km + 0.310 + app4domi + 0.049$$

Tableau 5.26 Description des variables de génération désagrégée de déplacements TC

Variable	Description
taille	Taille du ménage
distCV	Distance par rapport au centre-ville
metro1km	1: Proximité d'une station de métro à 1km et moins 0: Proximité d'une station de métro à plus de 1km
app4domi	1: Dominance de logements dans un bâtiment de 4 étages et moins dans l'ADIDU 0: Dominance d'un autre type de logement dans l'ADIDU

Tableau 5.27 Génération désagrégée de déplacements TC par taille de ménage

Déplacements par ménage				
Nombre d'observations: 32787				
R-sq : 0.1547				
	Coefficient	Moyenne	Effet moyen	P> t
taille	0.357	2.291	0.819	0.000
distCV	-0.021	17.851	-0.377	0.000
metro1km	0.393	0.210	0.083	0.000
app4domi	0.310	0.421	0.130	0.000
constante	0.049		0.049	0.039
			0.704	

La variable la plus importante reste la taille du ménage, mais il est possible de constater que la distance par rapport au centre-ville a un effet moyen considérable. Plus elle augmente, plus le nombre de déplacements TC diminue. La présence du métro influence encore une fois positivement l'utilisation du TC. La dominance de logements dans un bâtiment de quatre étages ou moins influence aussi positivement le nombre de déplacements TC par ménage.

5.4.4 Approche #4 : Les distributions de taux de déplacements TC par taille de ménage

Voici à la Figure 5.35 la distribution globale des déplacements TC.

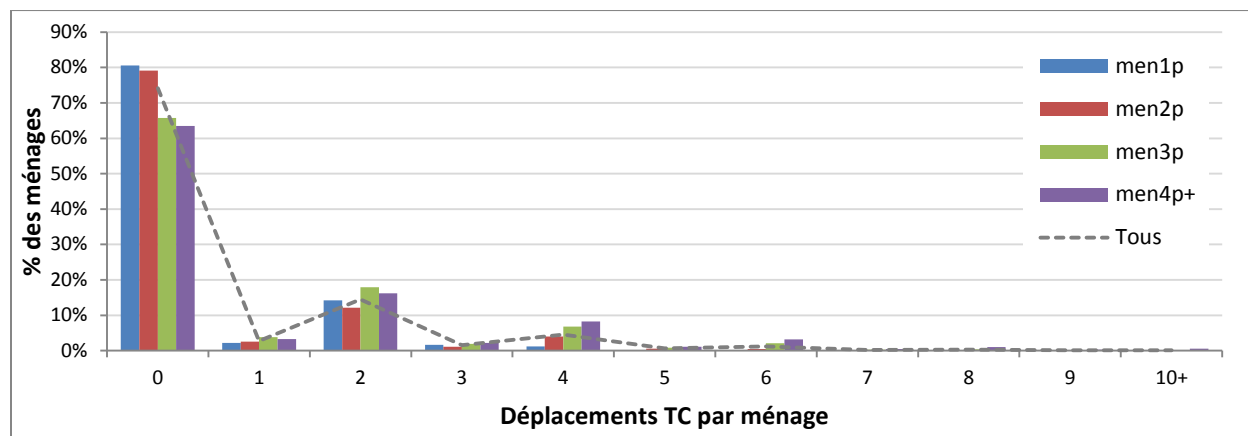


Figure 5.35 Fréquence du nombre de déplacements TC par taille de ménage

Une grande proportion des ménages n'ont fait aucun déplacement en transport en commun. L'influence de la région et de certaines variables est étudiée ci-dessous.

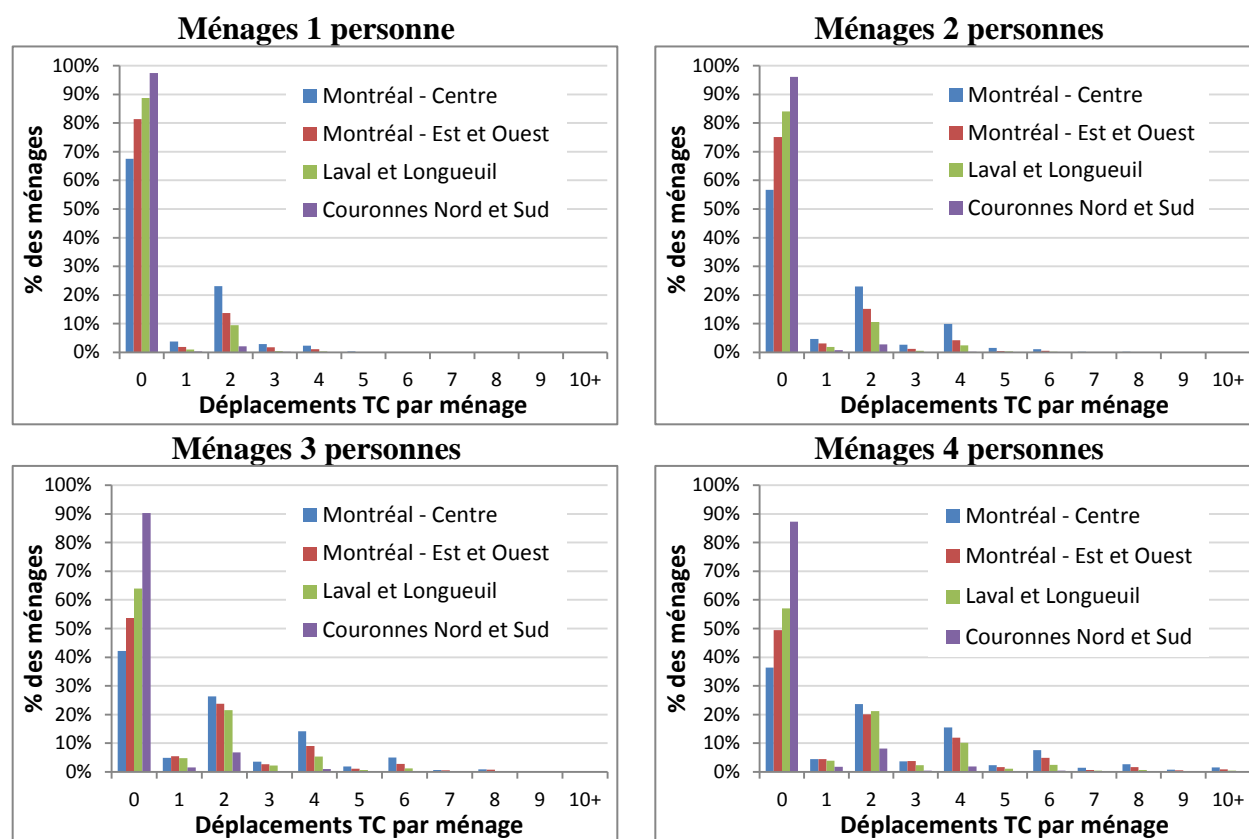


Figure 5.36 Distributions des taux de déplacements TC par grande région

Tout d'abord, le lieu de domicile a clairement une influence sur le nombre de déplacements en transport collectif. Effectivement, le centre-ville est la zone pour laquelle le plus de déplacements TC ont été effectués (Figure 5.36).

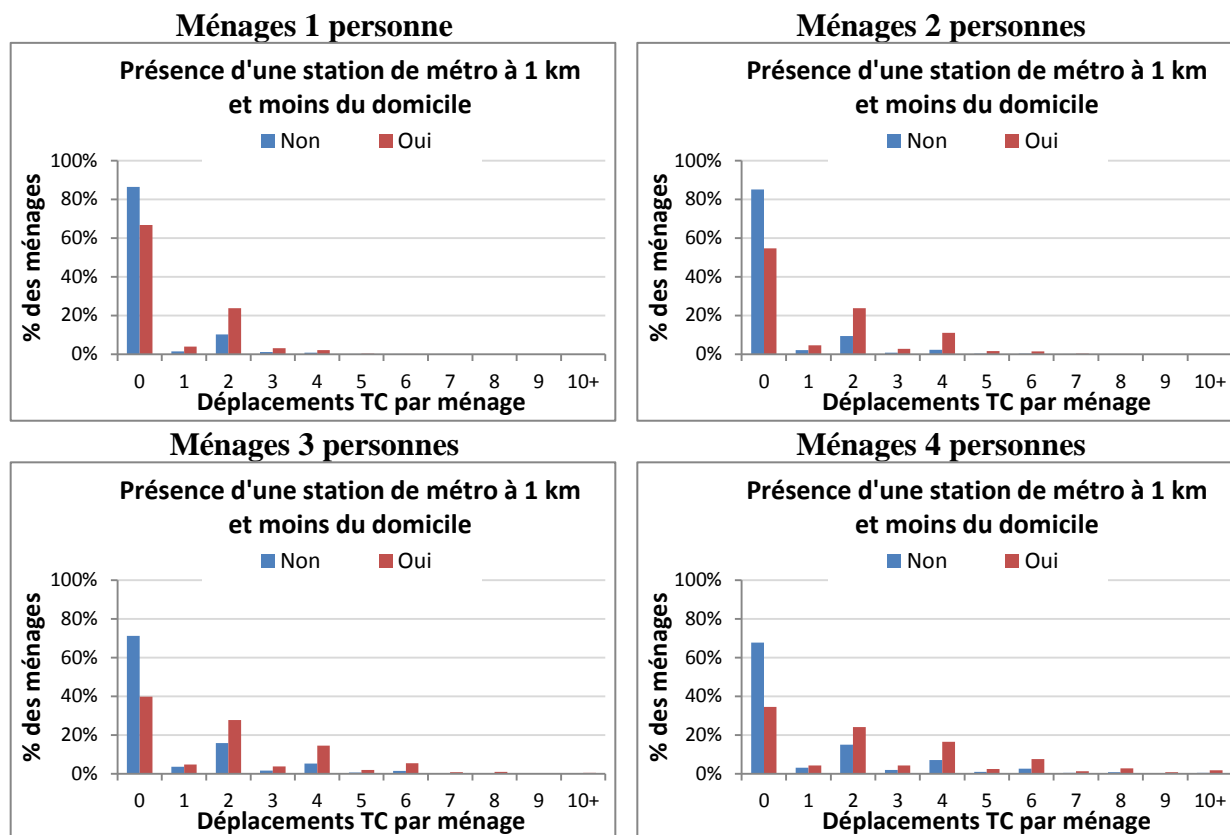


Figure 5.37 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Proximité du métro

Bien que la variable de la proximité du métro à un kilomètre ne soit pas parmi les trois plus influentes sur le nombre de déplacements TC, il y a clairement une différence de distribution entre la présence et la non-présence d'un métro à un kilomètre.

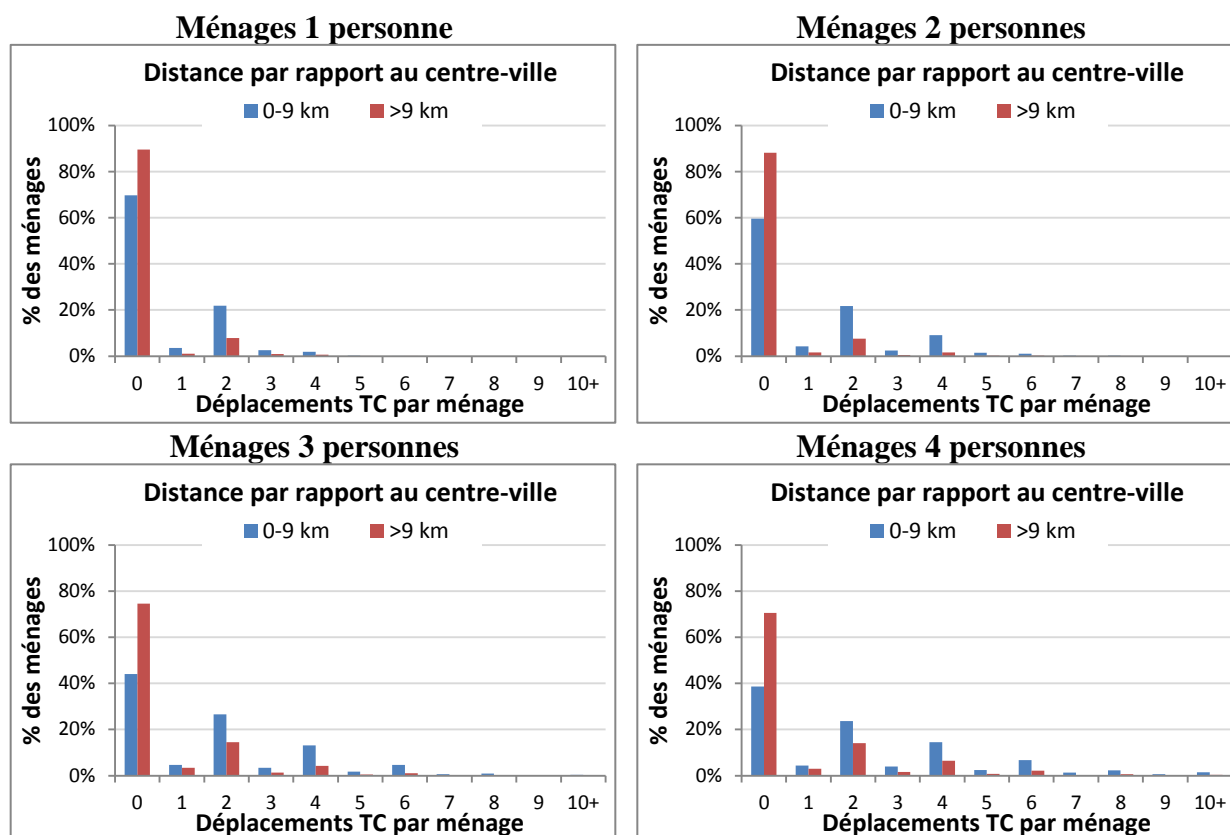


Figure 5.38 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Distance au centre-ville

L'effet de la proximité au centre-ville est aussi remarquable à la Figure 5.38. Plus de déplacements TC sont effectués à proximité du centre-ville.

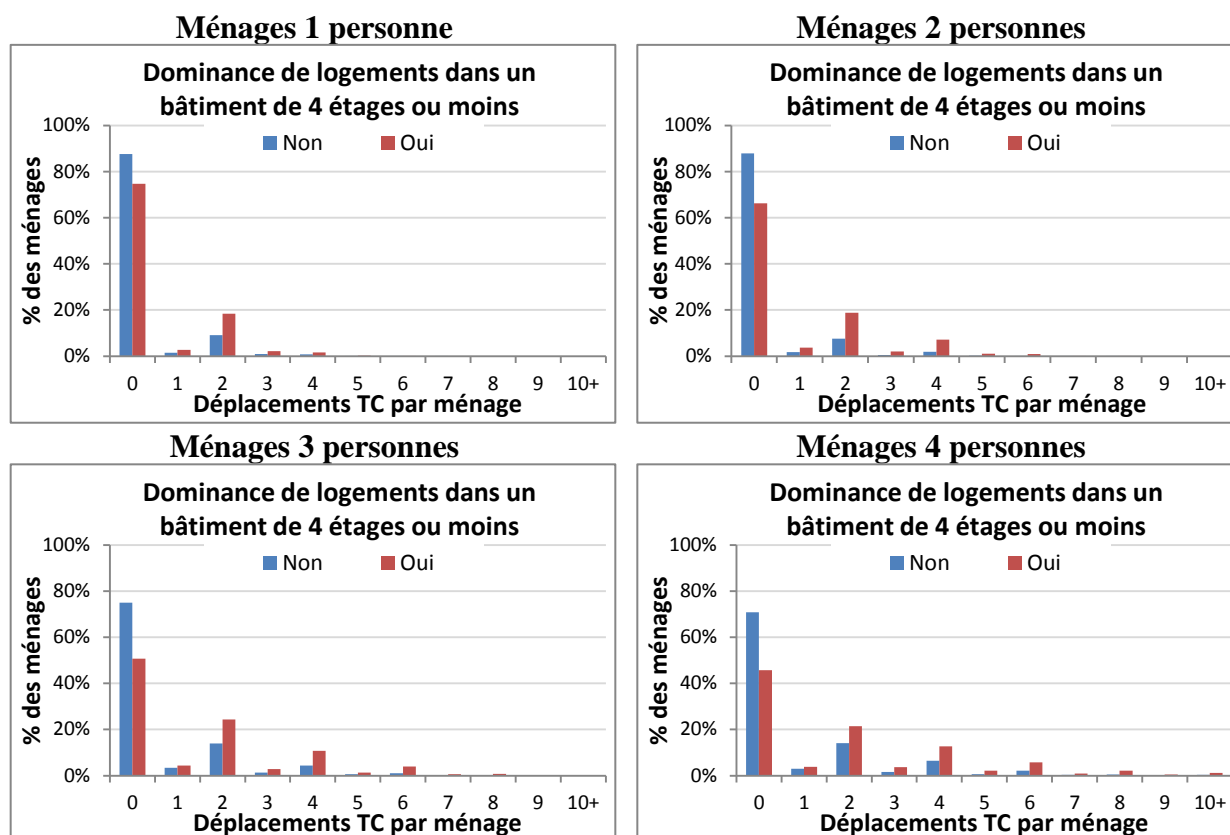


Figure 5.39 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Dominance app4-

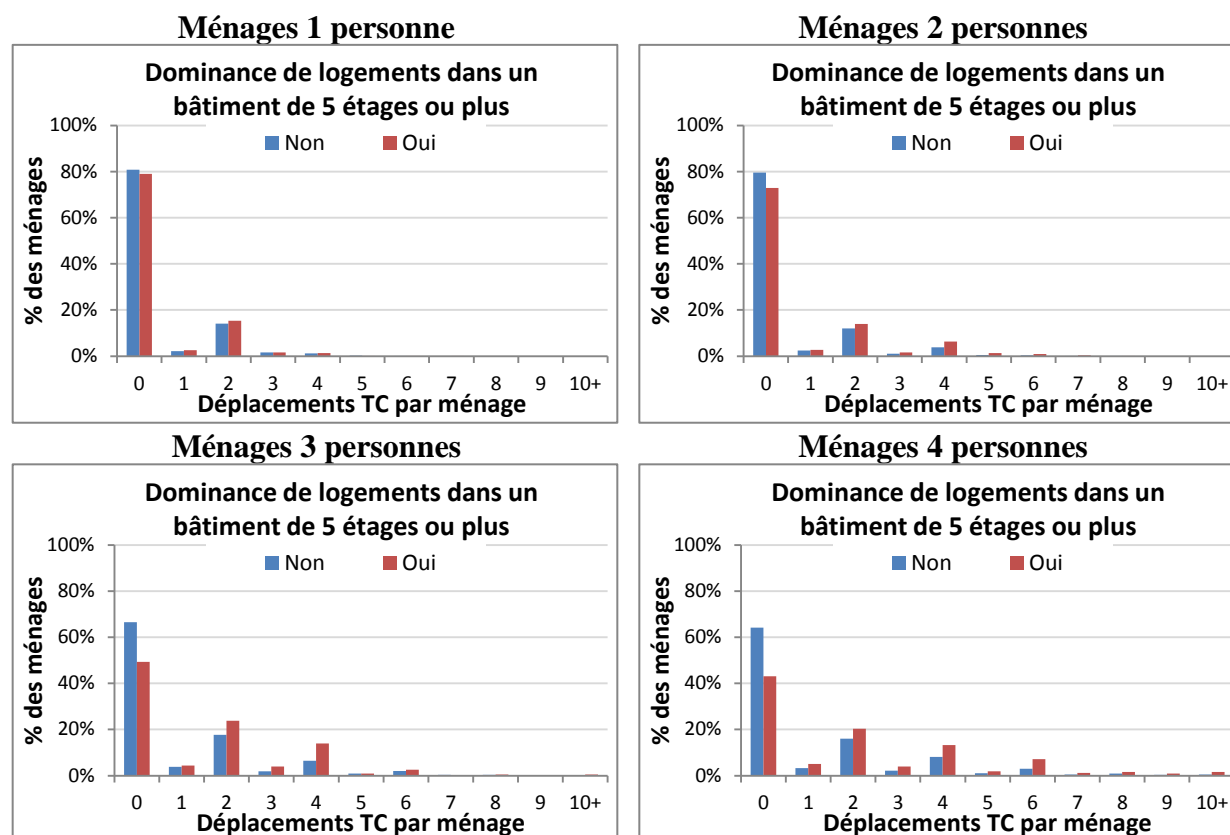


Figure 5.40 Distributions des taux de déplacements TC par taille de ménage – Dominance app5+

Pour la dominance du type de construction, il y a une différence entre la dominance de logements dans un bâtiment de 4 étages et moins (Figure 5.39) et de cinq étages et plus (Figure 5.40). La différence n'est pas énorme, mais l'effet de la dominance de logements dans un bâtiment de 4 étages et moins semble plus fort que pour l'autre type de dominance. En effet la différence entre la dominance et la non-dominance est plus forte pour ce type de construction.

5.5 Les variables dans le temps

Les variables de voisinage sont variables dans le temps, surtout lors de nouveaux développements résidentiels. Effectivement, lors de la construction de logements, la composition des ménages qui s'établiront dans ces unités est inconnue. Il devient alors difficile d'estimer des variables comme le pourcentage de personnes de 0 à 9 ans dans le voisinage et le revenu moyen de ces futurs résidents par exemple. De plus, puisque les variables de voisinage prises en compte proviennent du recensement, les informations ne sont pas toutes mises à jour chaque année et ne peuvent pas inclure les nouveaux ménages dans les variables moyennes. Le MTQ a développé des modèles de

prédiction démographique, mais ces modèles sont agrégés à un niveau supérieur à celui utilisé dans cette recherche.

À cause de cette contrainte majeure qui consiste en l'impossibilité d'obtenir des variables de voisinage fiables au niveau de la zone, la modélisation doit idéalement être faite sans ces variables. Seules les variables facilement dérivables devraient faire partie du modèle de génération de déplacements.

CHAPITRE 6 EXPÉRIMENTATION AVEC LE RÔLE FONCIER

La validation des approches utilisées pour faire la génération de déplacements n'est pas possible avec les données disponibles. Une collecte de données sera essentielle afin de valider et bonifier les modèles présentés. Effectivement, aucune base de données disponible ne fournit de l'information désagrégée au niveau du comportement de mobilité des ménages en fonction des caractéristiques de son logement.

Le rôle foncier fournit quelques informations en ce qui a trait au logement. Lors de l'obtention d'un extrait de celui-ci, une expérimentation est tentée : le couplage de ces données avec l'enquête Origine-Destination. Ce couplage permet de relier directement un ménage, ses caractéristiques et son comportement de mobilité avec des informations sur son logement.

Comme mentionné à la section 3.2.3, la municipalité de Mascouche a été sélectionné afin d'effectuer cette expérimentation. Le quartier a été choisi pour sa croissance démographique entre 2001 et 2006 et pour sa répartition uniforme des tailles de ménage.

Effectivement, ces critères ont été déterminés afin de pouvoir tester le modèle de répartition des ménages et de génération de déplacements de 2001. Un nombre de déplacements en 2008 effectués par les nouveaux ménages s'installant en 2006 dans ce secteur sera prévu par le modèle de 2001. De cette façon, il sera possible de vérifier ce nombre de déplacements avec l'enquête Origine-Destination 2008. Il s'agit en quelque sorte d'une validation pour un développement résidentiel en particulier.

6.1 Base de données foncières

Le fichier obtenu pour fins de recherche contient tous les bâtiments de type résidentiel présents au rôle foncier 2012 dans le quartier de Mascouche. Plusieurs variables sont présentes telles le nombre de logements résidentiels, le rue, la valeur et l'année de construction. Puisqu'un bâtiment comporte parfois plus d'un logement, une plage d'adresses est aussi associée à chacun des bâtiments. Afin d'obtenir une base de données de logements plutôt que de bâtiments, les plages d'adresses et le nombre de logements sont utilisés afin d'extraire tous les logements possibles.

Par exemple, lorsque la plage d'adresses est de 1067 à 1071 et que le bâtiment comporte 3 logements, les adresses extraites pour cet enregistrement sont 1067, 1069 et 1071.

Quelques erreurs sont par contre venues empêcher une extraction complète des logements. En effet, parfois le bâtiment est composé de plus d'un logement, mais la plage de données ne fournit qu'une adresse. Un seul logement peut alors être considéré. De plus, il arrive que le nombre de logements ne soit pas compatible avec la plage d'adresse. Par exemple, si le bâtiment contient 4 logements, mais que la plage d'adresse est 368 à 372. Normalement les adresses extraites seraient 368, 370 et 372, mais puisqu'il y a 4 logements, la séparation de la plage en adresses n'est pas possible en suivant la même logique. Ces situations sont probablement dues aux sous-sols de bâtiment souvent portant la même adresse que le rez-de-chaussée, mais avec une lettre l'identifiant. Pour ces cas, seuls les logements portant les adresses inférieures et supérieures de la plage d'adresses ont été retenues.

Une fois le traitement fait, 14 769 logements ont pu être dérivés sur les 16 327 logements présents dans la base de données.

6.2 Couplage du rôle foncier avec l'enquête Origine-Destination

Les coordonnées x et y des domiciles des ménage de l'enquête Origine-Destination ont été arrondies et ne sont pas nécessairement dans la même projection que celles disponibles dans le registre foncier. Un couplage direct est donc impossible. Puisque les adresses ne sont pas présentes dans l'enquête Origine-Destination, une méthodologie de couplage qui respecte la confidentialité a été développée. Le fichier résultant est une combinaison des ménages de l'enquête Origine-Destination et du rôle foncier pour l'échantillon donné. Pour chaque ménage couplé, l'information sur son type, sa mobilité et son type de logement est disponible dans un même fichier.

6.3 Validation 2001-2006

L'aire de diffusion qui a le plus de logements couplés avec un ménage de l'enquête Origine-Destination 2008 est sélectionnée pour faire le test de validation. Voici l'emplacement de l'ADIDU en question à la Figure 6.1.

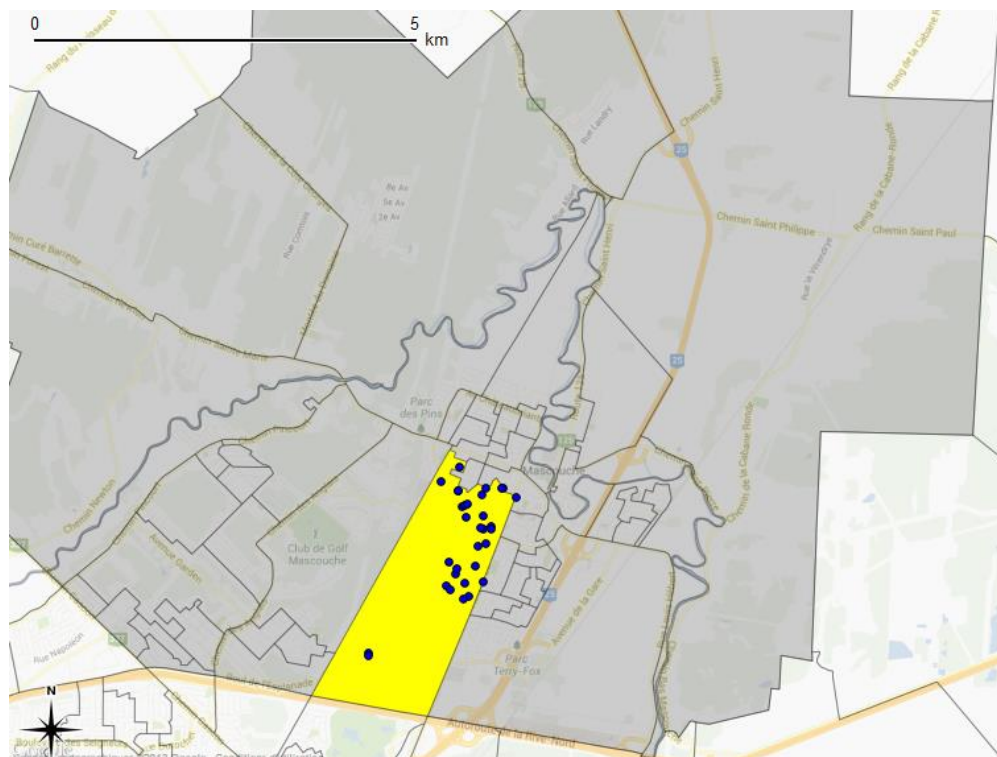


Figure 6.1 Emplacement de l'ADIDU 24640013

Les modèles 2001 de répartition des ménages par taille et de génération de déplacements sont repris de la section 5.2.3.1. Voici au Tableau 6.1 les variables prises en compte.

Tableau 6.1 Variables utilisées pour la validation 2001-2006

	Variables 2001	Variables 2006	Variables rôle		
densitePop	194.3	837.7			
nb_chambre	3	2.5			
valeurLog	111 359.00 \$	221 241.00 \$	325 676.54 \$		
tauxempl	70.6	74.5		Nombre logements	32
%0-9ans	19.2%	16.5%		ADIDU 2001	24640013
%55-64ans	6.0%	7.3%		ADIDU 2006	24640013

La seule variable propre au développement résidentiel est la valeur moyenne des logements. Effectivement, toutes les autres variables sont des variables de voisinage et de logement pour lesquelles le rôle foncier ne donne pas d'information. Dans cette situation, en entrée du modèle 2001, il est possible d'utiliser les variables de voisinage de 2001 ou de 2006. Dans un cas réel, si le nombre de déplacements devait être prédit pour un développement résidentiel en cours de construction, les variables de voisinage après la construction ne seraient pas connues. Quelques variables peuvent être estimées comme la densité de population. Par contre, certaines autres sont

plus difficiles à prévoir tel le taux d'emploi. La situation qui représenterait le mieux ce qui est possible de faire pour une future construction est le cas de l'utilisation du modèle 2001 avec les variables connues de 2001.

Aussi, un développement résidentiel n'est pas nécessairement contenu dans une seule aire de diffusion et/ou ne représente pas nécessairement les caractéristiques de l'ADIDU dans laquelle il se trouve. Ces limitations des modèles seront davantage discutées au Chapitre 7.

Voici au Tableau 6.2 les résultats des modèles avec l'utilisation des variables de 2001 et de 2006.

Tableau 6.2 Résultats des modèles 2001 pour une ADIDU en particulier

		Men1p	Men2p	Men3p	Men4p+	Dépl	Dépl/log
Variables 2001	Répartition	15.5%	26.0%	19.5%	38.9%	209	6.53
	Déplacements	10	37	44	118		
Variables 2006	Répartition	27.3%	28.5%	16.5%	27.7%	179	5.59
	Déplacements	17	41	37	84		
Observé	Répartition	18.8%	37.5%	15.6%	28.1%	148	4.63
	Déplacements	10	39	25	74		

32 ménages ont été couplés à un logement, des ménages pour lesquels la taille et le nombre de déplacements sont connus. Le modèle de répartition des ménages par taille 2001 a été utilisé pour voir s'il réussit à bien prédire la répartition réelle des tailles. Le modèle avec les variables de 2001 prédit mieux la répartition des ménages à une personne. Par contre, pour toutes les autres tailles de ménages, le modèle avec les variables de 2006 performe mieux. En ce qui a trait au nombre de déplacements, le résultat du modèle avec les variables de 2006 se rapproche davantage de ce qui est observé. Effectivement, le modèle avec les variables de 2001 prédit un taux de déplacements par logement de près de deux déplacements supérieur au taux observé.

6.4 Relation entre la mobilité et les propriétés du logement

Pour un quartier, celui de Mascouche, le couplage des données du rôle foncier avec celles de l'enquête Origine-Destination permet d'observer quelques relations entre le type de ménage et les propriétés de son logement directement. Par contre, les variables présentent dans le rôle foncier sont limitées et pas aussi détaillées au niveau du logement par rapport aux données de recensement. De plus, la valeur du logement est une variable dérivée de la valeur totale de l'immeuble et du nombre de logements. Les logements ne valant pas tous la même chose, cette

variable demeure très imprécise. Les variables intéressantes ont été conservées afin de voir si elles avaient un lien avec la mobilité des ménages. Il faut considérer que la base de données de 348 ménages est petite et limitatrice quant à la qualité des relations qui seront observées.

Voici au Tableau 6.3 la table de corrélation entre les différentes variables incluant le nombre de déplacements par ménage et au Tableau 6.4, la description des variables.

Tableau 6.3 Table des corrélations entre les variables de logement et la mobilité des ménages

	année_ constr	nb_log	aire_ etage	aire_ terr	nb_etages	valeur_ terr	valeur_ bat	valeur_ imm	valeur_ log	PERSLOGI	depl_ men	deplTC
année_constr	1.000											
nb_log	-0.046	1.000										
aire_etage	0.046	0.102	1.000									
aire_terr	-0.013	0.088	0.025	1.000								
nb_etages	0.008	0.455	0.563	0.027	1.000							
valeur_terr	-0.037	0.974	0.050	0.125	0.460	1.000						
valeur_bat	-0.007	0.977	0.044	0.099	0.451	0.990	1.000					
valeur_imm	-0.011	0.978	0.045	0.102	0.453	0.993	1.000	1.000				
valeur_log	0.057	-0.060	-0.114	0.085	0.157	0.126	0.116	0.118	1.000			
PERSLOGI	0.026	-0.118	-0.089	-0.040	-0.068	-0.113	-0.103	-0.105	-0.015	1.000		
depl_men	0.073	-0.084	-0.124	-0.018	-0.087	-0.092	-0.071	-0.074	-0.014	0.681	1.000	
deplTC	-0.036	-0.014	-0.004	-0.020	0.006	-0.009	-0.014	-0.013	0.001	0.195	0.118	1.000

Tableau 6.4 Description des variables de logement

Variable	Description
année_constr	Année de construction
nb_log	Nombre de logements dans le bâtiment
aire_etage	Superficie totale des étages du bâtiment
aire_terr	Superficie du terrain
nb_etages	Nombre d'étages du bâtiment
valeur_terr	Valeur du terrain
valeur_bat	Valeur du bâtiment
valeur_imm	Valeur totale (terrain + bâtiment)
valeur_log	Valeur d'un logement (Valeur totale/Nombre de logements)
PERSLOGI	Taille du ménage
depl_men	Nombre de déplacements du ménage/jour
deplTC	Nombre de déplacements TC du ménage/jour

Aucune des variables de logement ne sont corrélées à au moins 0,40 avec la mobilité des ménages, donc la relation entre les taux de déplacements et les variables de logements risque d'être faible. Voici quand même une analyse des différentes variables en fonction du taux moyen de déplacements par ménage.

La valeur du logement, bien qu'approximative, semble influencer la mobilité des ménages (Figure 6.2). Effectivement, avec une plus grande valeur de logement, les ménages se déplacent davantage en moyenne. Par contre, en regardant les taux de déplacements par taille de ménage, l'effet n'est pas toujours dans ce sens. Particulièrement pour les ménages à trois personnes, l'effet semble même contraire à ce qui était observé globalement.

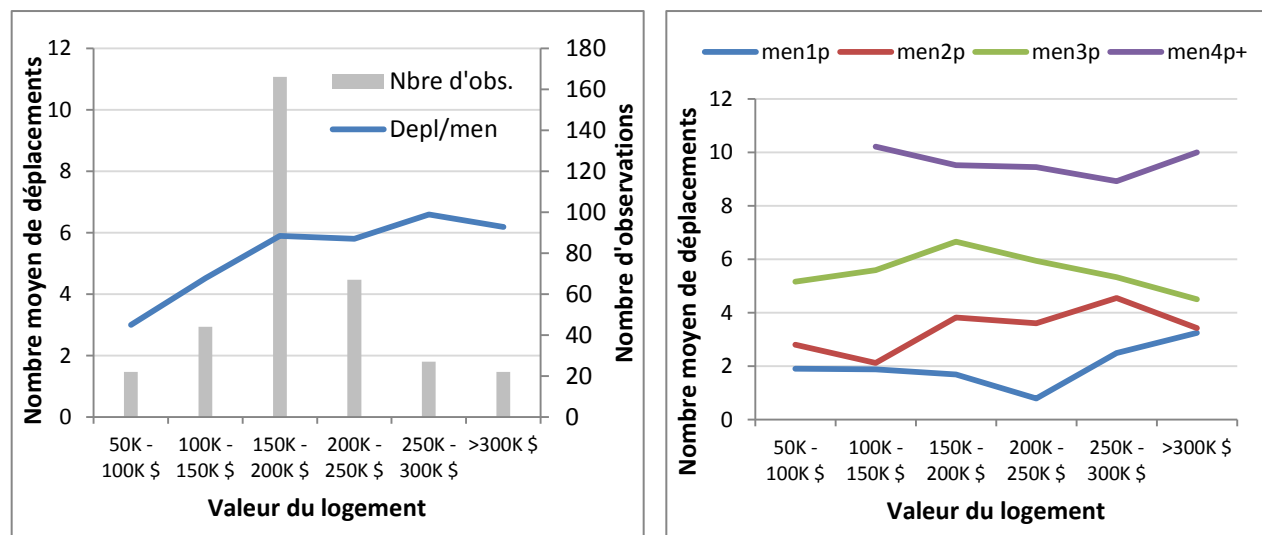


Figure 6.2 Effet de la valeur du logement sur la mobilité des ménages

Les variables d'aire du terrain et aire de l'étage n'ont pas de relation très forte avec la mobilité des ménages. En effet, à la Figure 6.3, pour l'aire de terrain, la mobilité diminue, puis remonte avec l'augmentation de la superficie du terrain. Pour l'aire d'étage, la mobilité est plutôt stable avec une variation maximale de deux déplacements par ménage.

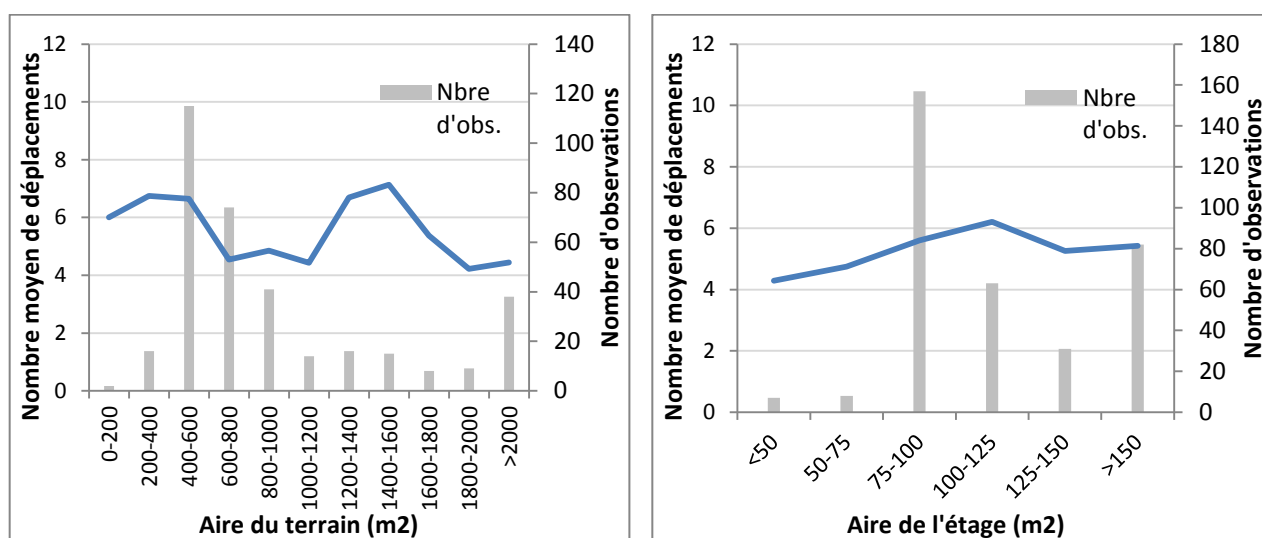


Figure 6.3 Effet de l'aire du terrain et d'étage sur la mobilité des ménages

Le graphique en dents de scies (Figure 6.4) de la mobilité des ménages en fonction de l'année de construction du logement est plutôt curieux. Le nombre de données pour chaque plage de construction entre 1980 et 2008 est relativement stable, mais tout de même faible. Le manque de données peut s'avérer être un élément explicatif de la variation inhabituelle des taux de déplacements.

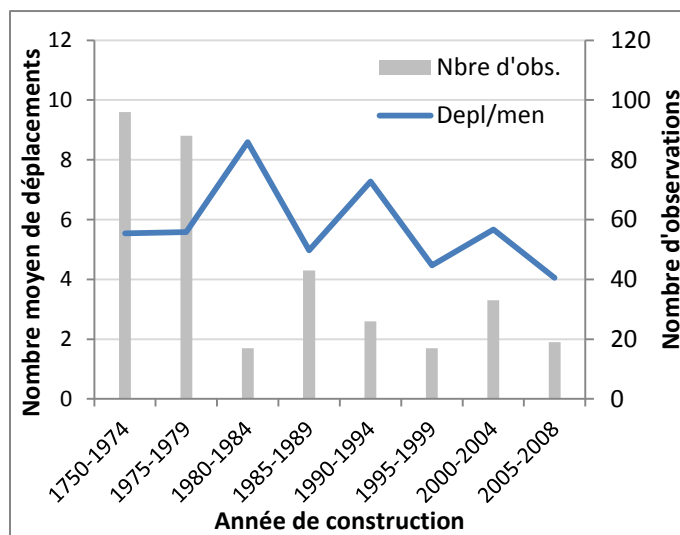


Figure 6.4 Effet de l'année de construction du logement sur la mobilité des ménages

Le nombre de logements et nombre d'étages dans l'immeuble semblent avoir une influence sur la mobilité des ménages bien que très peu de données soient disponibles pour un immeuble de deux logements et plus et pour un immeuble de 3 étages et plus (Figure 6.5).

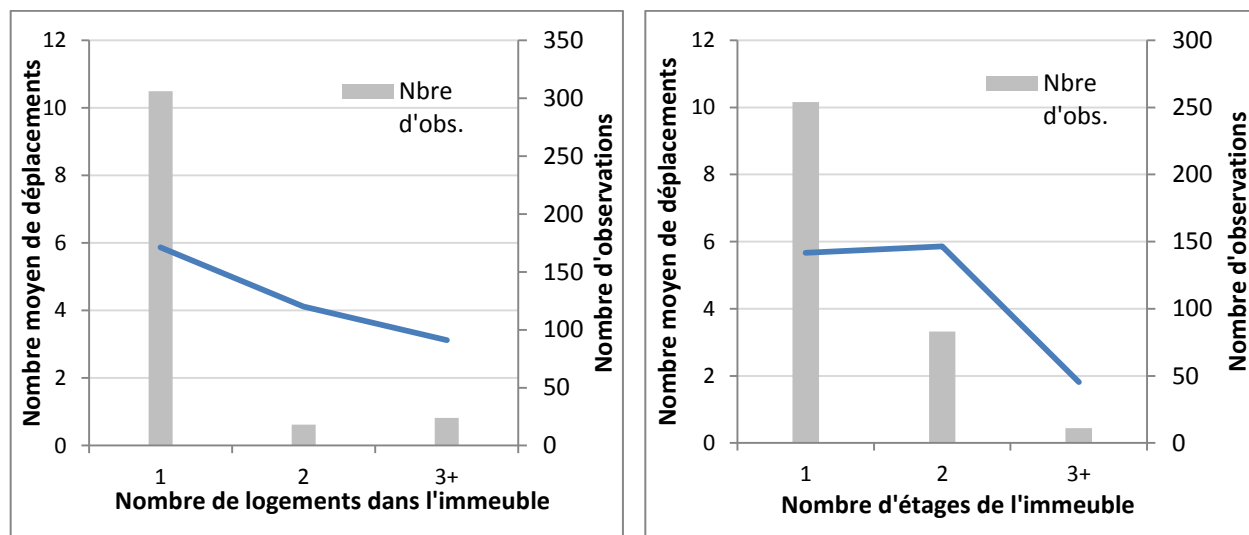


Figure 6.5 Effet du nombre de logements et d'étages de l'immeuble sur la mobilité des ménages

Finalement, le rôle foncier ne semble pas pouvoir apporter la possibilité de développer un modèle direct de génération de déplacements en fonction des propriétés de logements. En effet, les variables de logement sont très faiblement corrélées avec la mobilité des ménages. De plus, une variable qui s'est avérée très importante lors de la génération de déplacements à l'aide des données de recensement est le nombre de chambres ou au moins le nombre de pièces. Le rôle foncier ne contient malheureusement pas ce type de donnée.

CHAPITRE 7 DISCUSSION ET CONCLUSION

7.1 Synthèse

L'évaluation de la demande en déplacements découlant de nouvelles habitations est complexe. Les données de l'enquête Origine-Destination 2008 ont été utilisées afin de déterminer une typologie des ménages et d'analyser la relation entre le type de ménage et sa mobilité quotidienne. Les données de recensement 2006 ont permis d'associer des variables de voisinage ainsi que des propriétés moyennes de logement à chacun des ménages de l'enquête Origine-Destination. La relation entre les propriétés moyennes du logement et la taille du ménage a alors pu être faite dans le but d'identifier les caractéristiques du logement importantes et influentes dans la prédiction du nombre de déplacements générés.

L'analyse descriptive a démontré que les taux de déplacements sont variables sur le territoire et variables dans le temps. Effectivement, en comparant les taux calculés à l'aide des enquêtes Origine-Destination de 2003 et 2008, une baisse globale des taux de déplacements peut être observée. La variation des taux sur le territoire renforce le fait que la méthode de l'ITE n'est pas appropriée pour la région de Montréal.

Plusieurs facteurs ont démontré avoir une influence sur la mobilité du ménage, autant au niveau de la composition de celui-ci qu'au niveau des caractéristiques du voisinage de son domicile. Effectivement, la taille du ménage, le nombre d'enfants ainsi que l'âge des personnes composant le ménage sont des variables importantes dans la description de la mobilité. Les variables de voisinage telles le revenu moyen ou le pourcentage de personne de 65 ans et plus dans le quartier ont une faible influence sur la mobilité des ménages. La densité de logements et le niveau de service du transport collectif n'ont pas une influence marquée sur le nombre de déplacements total des ménages, mais influencent par contre le nombre de déplacements effectués en transport en commun.

Bien que les propriétés du logement soient moyennes au niveau de l'aire de diffusion, des tendances ont quand même pu être observées quant à la présence de types de ménage sur un petit territoire. Effectivement, le nombre moyen de chambres, le pourcentage de propriétaires et le pourcentage de maisons individuelles sont des exemples de propriétés moyennes qui ont un effet sur la présence des ménages par taille dans les aires de diffusion. Par exemple, pour un fort taux

de présence de maisons individuelles, il y a beaucoup plus de ménages à deux personnes et plus que de ménages à une personne.

Quatre approches de génération de déplacements ont été développées, la première étant une approche agrégée par zone et les trois suivantes nécessitant un modèle de répartition des ménages par taille de ménage au préalable. Les différentes approches ont été comparées et la quatrième approche, la méthode d'attribution de déplacements selon les distributions observées, est celle qui a obtenu la meilleure répartition des erreurs pour toutes les tailles de ménage pour une simulation.

Un test a aussi été fait avec un projet résidentiel concret : le Lowney sur ville. Deux localisations ont été testées. Les déplacements de ce nouveau développement résidentiel ne sont pas connus, une validation est donc impossible, mais une comparaison des résultats des différentes approches avec le résultat de la méthode de l'ITE est faite, bien que les approches ne soient pas directement comparables. Les résultats de ce test traduisent que la méthode de génération de déplacements par zone, sous-estime probablement le nombre de déplacements, car les taux de déplacements obtenus par logement sont très faibles et très inférieurs aux résultats des autres approches.

Les quatre approches demeurent de la modélisation descriptive, car les variables utilisées dans les modèles ne sont pas nécessairement accessibles avec une précision acceptable dans la pratique. Par exemple, la variable du pourcentage des personnes de 0 à 9 ans est utilisée dans trois modèles et toutes les approches. Cette variable provient des données de recensement 2006 et elle va probablement être différente en 2013 ou 2014. Des projections démographiques sont effectuées par statistiques Canada, mais à un niveau spatial plus agrégé que l'aire de diffusion.

Une méthodologie de couplage des données du rôle foncier avec l'enquête Origine-Destination a été développée dans le but de recueillir davantage d'information désagrégée sur le logement habité par chaque ménage. Par contre, les variables contenues dans la base de données du rôle foncier ne sont que très faiblement corrélées avec la mobilité des ménages.

7.2 Limitations

Les limitations liées à ce projet de recherche sont nombreuses en commençant par le manque de données désagrégées au niveau des logements. Le but ultime étant de prévoir les déplacements générés en connaissant seulement les caractéristiques du logement, de telles données auraient été

très utiles afin de développer un modèle direct ou, au moins, afin de valider les approches agrégées.

De plus, le peu de données désagrégées qui est disponible dans le rôle foncier doit être traité avant qu'un couplage avec l'enquête Origine-Destination soit possible. Le fait de coupler deux bases de données cause de nombreuses problématiques. Au mieux, il faudrait conduire un sondage qui couvre à la fois la mobilité, la typologie des ménages et des personnes ainsi que les propriétés des logements. Comme l'enquête Origine-Destination couvre déjà deux éléments sur trois, l'idéal serait d'ajouter le volet logement au sondage.

Dans trois des quatre approches développées dans ce mémoire, la génération de déplacements se fait en deux étapes, la première étape étant de répartir les ménages par taille au niveau d'une zone et la deuxième étape de générer les déplacements des ménages en fonction de sa taille. L'utilisation des données agrégées de recensement au niveau de l'aire de diffusion limite le modèle de répartition des ménages par taille à se faire en fonction de ces zones. Lors de la simulation du modèle sur un projet concret, le ou les bâtiments du développement résidentiel devient alors la zone. Pour obtenir un modèle de répartition des ménages sans être dépendant de l'aire de diffusion, de nombreuses variables explicatives devraient être exclues du modèle.

De plus, l'enquête Origine-Destination étant pondérée à une échelle beaucoup plus grande que l'aire de diffusion, le nombre de déplacements par zone est mal évalué et les relations entre les variables propres aux aires de diffusion et la mobilité des ménages peuvent être affectées.

Comme il a été mentionné précédemment, l'accès à des variables de voisinage actuelles au niveau de précision souhaité peut s'avérer très difficile, voire impossible. Effectivement pour les variables telles le taux d'emploi ou le pourcentage de 0 à 9 ans, même en sortant de la contrainte associée à l'aire de diffusion, il serait très difficile d'obtenir ces valeurs pour un rayon de 500 m autour d'un nouveau développement et dans une projection de deux ans par exemple.

7.3 Perspectives

Ce qui est principalement retenu de ce projet de recherche est que la méthode de l'ITE, qui est encore largement utilisée au Canada et aux États-Unis pour la planification des transports n'est pas applicable au milieu urbain montréalais. Les analyses ont démontré qu'il est plus que possible d'améliorer cette méthode, malgré la limitation des données disponibles. Effectivement,

en fonction des propriétés du voisinage, une composition des ménages y habitant peut être posée. De la composition des ménages, le nombre de déplacements associé à chacun des types de ménages est plus facilement dérivable.

Le modèle linéaire a principalement été utilisé dans les approches de génération de déplacements et de répartition des ménages dans ce mémoire. Ces modèles sont robustes et permettent d'observer facilement l'effet des différentes variables, mais posent certains problèmes comme des prédictions négatives de nombre de déplacements. D'autres types de modèles pourraient être testés.

De plus en plus d'études se penchent non seulement sur la génération de déplacements, mais sur la génération de chaînes de déplacements. En effet, plusieurs facteurs ont prouvé avoir une influence sur la complexité des chaînes de déplacements. La répartition modale des chaînes de déplacement est encore plus complexe et requiert une compréhension des modes « captifs », mode qui si utilisé pour partir du domicile doivent généralement être utilisés pour le retour à domicile également, par exemple le vélo ou l'automobile.

La répartition modale des déplacements est évidemment une grande préoccupation, une fois la demande en déplacements évaluée. Effectivement, pour ajuster l'offre correctement pour chacun des modes, l'augmentation prévue doit être connue pour chacun des modes de déplacements, incluant les modes actifs et alternatifs. La répartition modale n'a pas été étudiée en profondeur dans ce mémoire. Le nombre de déplacements TC a été généré en fonction de variables de voisinage et de variables du niveau de service du transport en commun. D'autres variables mériteraient d'être étudiées telles les variables qui caractérisent le réseau routier. Une analyse des déplacements bimodaux serait aussi intéressante et nécessiterait probablement d'autres variables telles la présence de stationnement incitatifs ou la qualité du rabattement aux gares de train ou station de métro par exemple.

La collecte de données dans un but de planification intégrée des transports semble la meilleure solution pour améliorer les modèles de génération de déplacements et ainsi prévoir l'augmentation de l'offre nécessaire suite à la création d'une nouvelle demande en transport. La collecte de données pourrait être une étape obligatoire qu'aurait à faire le promoteur après la vente de ses unités par exemple. Plusieurs autres possibilités peuvent être imaginées au niveau de la collecte de données telles l'intégration de nouvelles questions dans l'enquête Origine-

Destination ou la fusion du recensement avec l'enquête Origine-Destination au niveau provincial, mais ces idées restent plus sensibles et demandent l'accord et la collaboration de plusieurs parties.

Le modèle de génération de déplacements est utilisé non seulement pour évaluer l'augmentation de la demande en déplacements, mais aussi pour évaluer les impacts environnementaux associés à cette nouvelle demande. Dans une optique de réduction des gaz à effet de serre, les modèles de prévision de la demande deviennent d'autant plus importants.

RÉFÉRENCES

- AMT. (2013). Enquêtes Origine-Destination précédentes. Tiré de <http://www.amt.qc.ca/enquete-od/precedentes/>
- Badoe, D.A., & Miller, E.J. (2000). Transportation-land-use interaction: empirical findings in North America, and their implications for modeling. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 5(4), 235-263.
- Bonnel, P. (2004). *Prévoir la demande de transport*. Paris, France.
- Caloz, R., & Collet, C. (2011). *Analyse spatiale de l'information géographique*.
- Chapleau, R. (1986). *Transit network analysis and evaluation with a Totally Disaggregate Approach*. Communication présentée à Research for Tomorrow's Transport Requirements. Proceedings of the Fourth World Conference on Transport Research.
- Clifton, K., Currans, K.M., & Muhs, C.D. (2013). *Evolving the Institute for Transportation Engineers' Trip Generation Handbook: A Proposal for Collecting Multi-modal, Multi-context, Establishment-level Data*. Communication présentée à Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.
- Clifton, K.J., Currans, K.M., Cutter, A.C., & Schneider, R. (2012). *A Context-Based Approach for Adjusting Institute of Transportation Engineers Trip Generation Rates in Urban Contexts Using Household Travel Surveys*.
- CMM. (2012). Un Grand Montréal attractif, compétitif et durable : Plan métropolitain d'aménagement et de développement. Tiré de http://pmad.ca/fileadmin/user_upload/pmad2012/documentation/20120530_PMAD.pdf
- Douglas, A.A., & Lewis, R.J. (1970). Trip Generation Techniques. *Traffic Engineering and Control*.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294.
- Ewing, R., DeAnna, M.B., & Li, S.C. (1996). Land use impacts on trip generation rates. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1518(-1), 1-6.
- Ewing, R., Greenwald, M., Zhang, M., Walters, J., Feldman, M., Cervero, R., . . . Thomas, J. (2010). Traffic generated by mixed-use developments—six-region study using consistent built environmental measures. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), 248-261.
- Gamas, J.A., Anderson, W.P., & Pastor, C. (2006). Estimation of Trip Generation in Mexico City, Mexico, with Spatial Effects and Urban Densities. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1985(-1), 49-60.
- Gulden, J., Goates, J., & Ewing, R. (2013). *Mixed-Use Development Trip Generation Model*. Communication présentée à Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.

- Huntsinger, L.F., Rouphail, N.M., & Stone, J.R. (2013). *Implications of Trip Generation Rate Changes over Time*. Communication présentée à Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.
- Institute for Digital Research and Education (UCLA). Stata FAQ – How can I test for equality of distribution? Consulté en 2013, Tiré de http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/faq/eq_dist.htm
- ITE. (2003). *Trip Generation* (7th^e éd.). Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- ITE. (2004). *Trip Generation Handbook: An ITE Proposed Recommended Practice, Second Edition* (2e^e éd.). Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- Kassoff, H., & Deutschman, H.D. (1969). Trip generation: a critical appraisal. *Highway Research Record*.
- Kockelman, K.M. (1997). Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from San Francisco Bay Area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1607(1), 116-125.
- MADITUC. (1998). Les enquêtes origine-destination à Montréal. Consulté en 2013, Tiré de <http://www.transport.polymtl.ca/eodmtl/>
- Martel-Poliquin, E. (2012). *Mieux comprendre les déterminants du choix modal*. (École Polytechnique de Montréal).
- McCarthy, G.M. (1969). Multiple-Regression Analysis of Household Trip Generation-A Critique. *Highway Research Record*.
- McDonald, K., & Stopher, P. (1983). Some contrary indications for the use of household structure in trip-generation analysis. *Transportation Research Record*(944), 92-100.
- MDDEP. (2011). Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère. Tiré de <http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/ges/2009/inventaire1990-2009.pdf>
- Meyer, M.D., & Miller, E.J. (1984). *Urban transportation planning: a decision-oriented approach*.
- Millard-Ball, A. (2013). *Phantom Trips - Overestimating the Traffic Impacts of New Development*. Communication présentée à Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.
- Oppenheim, N. (1995). *Urban travel demand modeling: from individual choices to general equilibrium*: John Wiley and Sons.
- Ortuzar, J.d.D., & Willumsen, L.G. (2011). *Modelling Transport* (4th^e éd.). Chichester, England.
- . *Plan de développement durable de la collectivité montréalaise 2010-2015*. (2010). Ville de Montréal. Tiré de http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/PES_PUBLICATIONS_FR/PUBLICATIONS/PLAN_2010_2015.PDF.
- Prével Urbain. *Lowney sur ville*. Consulté le 21 avril 2013, Tiré de <http://www.lelowney.ca/fr/index.php>

- Reid, F.A. (1982). Critique of ITE Trip Generation Rates and an Alternative Basis for Estimating New Area Traffic. *Transportation Research Record*(874), 1-5.
- Roorda, M.J., Morency, C., & Woo, K. (2008). Two Cities, Two Realities?: A Closer Look at the Evolution of Trip Rates in Toronto and Montreal, Canada. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2082(-1), 156-167.
- SANDAG. (2010). *Trip Generation for Smart Growth: Planning Tools for the San Diego Region*. San Diego Association of Governments (SANDAG). Tiré de http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid_1500_11604.pdf.
- SCHL. (2013). Statistiques et données. Tiré de <http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/index.cfm>
- Scobee, S.P., DuRoss, M., & Ratledge, E.C. (1998). Development of trip production rates for synthesized households. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1625(-1), 79-85.
- Shafizadeh, K., Lee, R., Niemeier, D., Parker, T., & Handy, S. (2012). Evaluation of Operation and Accuracy of Available Smart Growth Trip Generation Methodologies for Use in California. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2307(1), 120-131.
- Statistique Canada. (2012). Aire de diffusion (AD). Consulté en 2012, Tiré de <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/geo021-fra.cfm>
- Steiner, R.L. (1994). Residential density and travel patterns: review of the literature. *Transportation Research Record*(1466), 37-43.
- Stopher, P., & McDonald, K. (1983). Trip generation by cross-classification: an alternative methodology. *Transportation Research Record*(944), 84-91.
- Sun, X., Wilmot, C.G., & Kasturi, T. (1998). Household travel, household characteristics, and land use: an empirical study from the 1994 Portland activity-based travel survey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1617(-1), 10-17.
- Supernak, J., Talvitie, A., & DeJohn, A. (1983). Person-category trip-generation model. *Transportation Research Record*(944), 74-83.
- Tools for Science - Kolmogorov-Smirnov Test. Consulté en 2013, Tiré de <http://www.physics.csbsju.edu/stats/KS-test.html>

ANNEXE 1 – Tableaux des corrélations

Génération de déplacements tous modes

Approche #1

	depl_men	men	densitePop	densiteLog	distcv	metro500m	metro1km	nb_ch	nb_piece	p_prop	valeurLog	loyer	mais_ind
depl_men	1.000												
men	-0.122	1.000											
densitePop	-0.201	0.035	1.000										
densiteLog	-0.245	0.088	0.968	1.000									
distcv	0.080	-0.038	-0.537	-0.512	1.000								
metro500m	-0.122	0.106	0.355	0.366	-0.287	1.000							
metro1km	-0.151	0.122	0.485	0.501	-0.427	0.659	1.000						
nb_ch	0.441	-0.234	-0.553	-0.620	0.348	-0.339	-0.457	1.000					
nb_piece	0.453	-0.196	-0.542	-0.583	0.321	-0.290	-0.389	0.944	1.000				
p_prop	0.395	-0.114	-0.621	-0.637	0.437	-0.305	-0.438	0.843	0.871	1.000			
valeurLog	0.055	-0.009	0.199	0.176	-0.356	0.117	0.201	0.078	0.138	-0.093	1.000		
loyer	-0.292	0.230	0.299	0.323	-0.235	0.173	0.268	-0.565	-0.598	-0.605	0.111	1.000	
mais_ind	0.349	-0.160	-0.614	-0.613	0.557	-0.305	-0.448	0.787	0.830	0.854	-0.149	-0.625	1.000
app5	-0.199	0.259	0.271	0.338	-0.194	0.129	0.171	-0.354	-0.311	-0.234	0.136	0.247	-0.249
app4	-0.323	0.088	0.536	0.532	-0.431	0.293	0.405	-0.712	-0.743	-0.816	0.071	0.496	-0.780
minddomi	0.321	-0.124	-0.563	-0.560	0.528	-0.274	-0.401	0.721	0.758	0.799	-0.144	-0.520	0.913
app4domi	-0.296	0.067	0.449	0.452	-0.384	0.266	0.352	-0.646	-0.669	-0.736	0.051	0.393	-0.704
app5domi	-0.164	0.218	0.200	0.252	-0.150	0.080	0.127	-0.275	-0.241	-0.169	0.112	0.211	-0.193
tauxempl	0.296	-0.021	-0.236	-0.228	0.166	-0.064	-0.087	0.346	0.404	0.409	-0.049	-0.235	0.348
tauxcho	-0.142	0.005	0.362	0.331	-0.219	0.152	0.196	-0.351	-0.389	-0.425	0.031	0.194	-0.358
revmoy	0.220	0.010	-0.216	-0.208	-0.018	-0.057	-0.043	0.429	0.529	0.396	0.585	-0.158	0.293
p09	0.306	-0.022	-0.089	-0.186	0.160	-0.147	-0.175	0.349	0.309	0.230	0.044	-0.175	0.255
p1019	0.414	-0.234	-0.391	-0.471	0.350	-0.282	-0.381	0.710	0.663	0.606	-0.076	-0.465	0.608
p2034	-0.193	0.114	0.539	0.579	-0.362	0.396	0.504	-0.579	-0.563	-0.595	0.024	0.348	-0.549
p3544	0.231	0.040	-0.017	-0.031	0.103	0.005	-0.015	0.104	0.150	0.171	-0.063	-0.145	0.187
p4554	0.211	-0.135	-0.340	-0.336	0.215	-0.134	-0.195	0.370	0.404	0.455	-0.129	-0.347	0.396
p5564	-0.096	-0.077	-0.251	-0.222	0.100	-0.121	-0.180	0.161	0.152	0.214	-0.006	-0.082	0.143
p65	-0.312	0.105	0.039	0.077	-0.113	-0.023	0.007	-0.282	-0.285	-0.253	0.082	0.253	-0.254

	app5	app4	minddomi	app4domi	app5domi	tauxempl	tauxcho	revmoy	p09	p1019	p2034	p3544	p4554	p5564	p65
app5	1.000														
app4	-0.073	1.000													
minddomi	-0.231	-0.736	1.000												
app4domi	-0.082	0.890	-0.770	1.000											
app5domi	0.894	-0.107	-0.188	-0.163	1.000										
tauxempl	-0.310	-0.235	0.330	-0.214	-0.263	1.000									
tauxcho	0.102	0.342	-0.337	0.307	0.059	-0.501	1.000								
revmoy	0.055	-0.339	0.272	-0.297	0.069	0.263	-0.283	1.000							
p09	-0.252	-0.162	0.241	-0.152	-0.214	0.304	-0.017	0.113	1.000						
p1019	-0.332	-0.527	0.556	-0.470	-0.264	0.367	-0.211	0.230	0.414	1.000					
p2034	0.020	0.625	-0.490	0.538	-0.043	0.114	0.236	-0.297	-0.078	-0.472	1.000				
p3544	-0.212	-0.091	0.184	-0.094	-0.190	0.474	-0.058	0.052	0.521	0.300	0.079	1.000			
p4554	-0.264	-0.352	0.352	-0.285	-0.205	0.336	-0.235	0.192	-0.141	0.389	-0.324	-0.005	1.000		
p5564	0.032	-0.194	0.126	-0.167	0.045	-0.218	-0.090	0.112	-0.441	-0.164	-0.365	-0.501	0.184	1.000	
p65	0.435	0.076	-0.244	0.078	0.399	-0.641	0.076	-0.063	-0.513	-0.491	-0.306	-0.618	-0.357	0.258	1.000

Approche #2

	deplmen1p	deplmen2p	deplmen3p	deplmen4p	men1p	men2p	men3p	men4p	densitePop	densiteLog	distcv	metro500m	metro1km
deplmen1p	1.000												
deplmen2p	0.036	1.000											
deplmen3p	-0.002	0.062	1.000										
deplmen4p	-0.032	0.006	0.023	1.000									
men1p	0.264	0.077	0.036	-0.080	1.000								
men2p	0.109	0.187	0.111	0.041	0.402	1.000							
men3p	0.005	0.054	0.437	0.079	0.131	0.341	1.000						
men4p	-0.048	0.016	0.088	0.377	-0.031	0.229	0.379	1.000					
densitePop	0.136	0.020	-0.025	-0.110	0.247	-0.040	-0.066	-0.182	1.000				
densiteLog	0.164	0.042	-0.022	-0.137	0.330	0.004	-0.067	-0.203	0.968	1.000			
distcv	-0.132	-0.084	-0.001	0.052	-0.196	0.030	0.059	0.111	-0.537	-0.512	1.000		
metro500m	0.118	0.071	0.005	-0.065	0.225	0.056	-0.002	-0.097	0.355	0.366	-0.287	1.000	
metro1km	0.161	0.102	-0.006	-0.061	0.280	0.057	-0.033	-0.113	0.485	0.501	-0.427	0.659	1.000
nb_ch	-0.246	-0.066	0.002	0.203	-0.524	-0.150	0.027	0.270	-0.553	-0.620	0.348	-0.339	-0.457
nb_piece	-0.231	-0.032	0.010	0.209	-0.484	-0.125	0.038	0.281	-0.542	-0.583	0.321	-0.290	-0.389
p_prop	-0.218	-0.039	0.020	0.183	-0.420	-0.033	0.093	0.278	-0.621	-0.637	0.437	-0.305	-0.438
valeurLog	0.037	0.035	-0.013	0.011	0.019	-0.044	-0.037	0.023	0.199	0.176	-0.356	0.117	0.201
loyer	0.212	0.032	0.012	-0.092	0.360	0.169	0.031	-0.095	0.299	0.323	-0.235	0.173	0.268
mais_ind	-0.228	-0.065	-0.008	0.162	-0.085	0.047	0.244	-0.614	-0.614	-0.613	0.557	-0.305	-0.448
app5	0.050	0.047	-0.001	-0.108	0.142	0.018	-0.079	0.271	0.271	0.338	-0.194	0.129	0.171
app4	0.216	0.035	-0.009	-0.163	0.046	-0.071	-0.231	0.536	0.536	0.532	-0.431	0.293	0.405
minddomi	-0.196	-0.046	-0.017	0.168	-0.386	-0.056	0.067	0.240	-0.563	-0.560	0.528	-0.274	-0.401
app4domi	0.192	0.018	0.002	-0.160	0.282	0.024	-0.064	-0.215	0.449	0.452	-0.384	0.266	0.352
app5domi	0.031	0.046	0.002	-0.085	0.368	0.124	-0.005	-0.066	0.200	0.252	-0.150	0.080	0.127
tauxempl	-0.081	0.055	0.060	0.123	-0.276	0.024	0.128	0.237	-0.236	-0.228	0.166	-0.064	-0.087
tauxcho	0.082	-0.031	-0.002	0.127	-0.052	-0.024	-0.104	0.362	0.362	0.331	-0.219	0.152	0.196
revmoy	-0.072	0.065	0.020	0.079	-0.107	0.012	0.038	0.149	-0.216	-0.208	-0.018	-0.057	-0.043
p09	-0.121	-0.080	0.052	0.164	-0.309	-0.081	0.180	0.363	-0.089	-0.186	0.160	-0.147	-0.175
p1019	-0.246	-0.070	0.030	0.195	-0.480	-0.206	0.042	0.252	-0.391	-0.471	0.350	-0.282	-0.381
p2034	0.195	0.087	0.006	-0.122	0.227	0.074	0.028	-0.119	0.539	0.579	-0.362	0.396	0.504
p3544	-0.071	0.005	0.027	0.110	-0.181	-0.010	0.177	0.271	-0.017	-0.031	0.103	0.005	-0.015
p4554	-0.096	0.019	0.048	0.089	-0.238	-0.041	-0.003	0.021	-0.340	-0.336	0.215	-0.134	-0.195
p5564	0.035	0.014	-0.045	-0.053	-0.011	0.052	-0.125	-0.169	-0.251	-0.222	0.100	-0.121	-0.180
p65	0.064	-0.022	-0.052	-0.122	0.356	0.073	-0.134	-0.221	0.039	0.077	-0.113	-0.023	0.007

	nb_ch	nb_piece	p_prop	valeurLog	loyer	mais_ind	app5	app4	minddomi	app4domi	app5domi	tauxempl	tauxcho
nb_ch	1.000												
nb_piece	0.944	1.000											
p_prop	0.843	0.871	1.000										
valeurLog	0.078	0.138	-0.093	1.000									
loyer	-0.565	-0.598	-0.605	0.111	1.000								
mais_ind	0.787	0.830	0.854	-0.149	-0.625	1.000							
app5	-0.354	-0.311	-0.234	0.136	0.247	-0.249	1.000						
app4	-0.712	-0.743	-0.816	0.071	0.496	-0.780	-0.073	1.000					
minddomi	0.721	0.758	0.799	-0.144	-0.520	0.913	-0.231	-0.736	1.000				
app4domi	-0.646	-0.669	-0.736	0.051	0.393	-0.704	-0.082	0.890	-0.770	1.000			
app5domi	-0.275	-0.241	-0.169	0.112	0.211	-0.193	0.894	-0.107	-0.188	-0.163	1.000		
tauxempl	0.346	0.404	0.409	-0.049	-0.235	0.348	-0.310	-0.235	0.330	-0.214	-0.263	1.000	
tauxcho	-0.351	-0.389	-0.425	0.031	0.194	-0.358	0.102	0.342	-0.337	0.307	0.059	-0.501	1.000
revmoy	0.429	0.529	0.396	0.585	-0.158	0.293	0.055	-0.339	0.272	-0.297	0.069	0.263	-0.283
p09	0.349	0.309	0.230	0.044	-0.175	0.255	-0.252	-0.162	0.241	-0.152	-0.214	0.304	-0.017
p1019	0.710	0.663	0.606	-0.076	-0.465	0.608	-0.332	-0.527	0.556	-0.470	-0.264	0.367	-0.211
p2034	-0.579	-0.563	-0.595	0.024	0.348	-0.549	0.020	0.625	-0.490	0.538	-0.043	0.114	0.236
p3544	0.104	0.150	0.171	-0.063	-0.145	0.187	-0.212	-0.091	0.184	-0.094	-0.190	0.474	-0.058
p4554	0.370	0.404	0.455	-0.129	-0.347	0.396	-0.264	-0.352	0.352	-0.285	-0.205	0.336	-0.235
p5564	0.161	0.152	0.214	-0.006	-0.082	0.143	0.032	-0.194	0.126	-0.167	0.045	-0.218	-0.090
p65	-0.282	-0.285	-0.253	0.082	0.253	-0.254	0.435	0.076	-0.244	0.078	0.399	-0.641	0.076

	revmoy	p09	p1019	p2034	p3544	p4554	p5564	p65
revmoy	1.000							
p09	0.113	1.000						
p1019	0.230	0.414	1.000					
p2034	-0.297	-0.078	-0.472	1.000				
p3544	0.052	0.521	0.300	0.079	1.000			
p4554	0.192	-0.141	0.389	-0.324	-0.005	1.000		
p5564	0.112	-0.441	-0.164	-0.365	-0.501	0.184	1.000	
p65	-0.063	-0.513	-0.491	-0.306	-0.618	-0.357	0.258	1.000

Approches #3

	depl_men	Taille(4)*	densiteLog	distCV	%sansRev	RevMoy	TauxAct	TauxEmpl	TauxCho	%0-9	%10-19	%20-34	%35-44
depl_men	1.000												
Taille(4)*	0.677	1.000											
densiteLog	-0.116	-0.178	1.000										
distCV	0.048	0.122	-0.464	1.000									
%sansRev	0.044	0.069	0.013	0.056	1.000								
RevMoy	0.108	0.099	-0.227	0.011	-0.035	1.000							
TauxAct	0.164	0.193	-0.207	0.122	-0.041	0.223	1.000						
TauxEmpl	0.169	0.201	-0.280	0.177	-0.066	0.292	0.963	1.000					
TauxCho	-0.075	-0.094	0.355	-0.233	0.115	-0.324	-0.249	-0.486	1.000				
%0-9	0.172	0.251	-0.213	0.168	0.175	0.103	0.430	0.404	-0.033	1.000			
%10-19	0.211	0.293	-0.426	0.351	0.287	0.180	0.388	0.408	-0.193	0.496	1.000		
%20-34	-0.059	-0.110	0.493	-0.365	-0.035	-0.297	0.284	0.183	0.245	-0.020	-0.365	1.000	
%35-44	0.141	0.190	-0.106	0.105	0.088	0.074	0.612	0.575	-0.077	0.612	0.374	0.158	1.000
%45-54	0.099	0.112	-0.335	0.240	0.042	0.202	0.328	0.359	-0.247	-0.089	0.397	-0.297	0.073
%55-64	-0.057	-0.074	-0.184	0.151	-0.106	0.138	-0.254	-0.203	-0.116	-0.475	-0.163	-0.395	-0.487
%65+	-0.168	-0.209	0.104	-0.107	-0.162	-0.036	-0.762	-0.701	0.062	-0.570	-0.527	-0.396	-0.696
nb_piece	0.223	0.299	-0.570	0.392	0.094	0.501	0.400	0.477	-0.421	0.378	0.681	-0.491	0.257
nb_ch	0.217	0.305	-0.607	0.417	0.130	0.394	0.370	0.440	-0.389	0.413	0.733	-0.503	0.226
p_prop	0.189	0.266	-0.596	0.476	0.056	0.436	0.371	0.463	-0.463	0.267	0.567	-0.529	0.237
p_loue	-0.189	-0.266	0.596	-0.476	-0.056	-0.436	-0.371	-0.463	0.463	-0.267	-0.567	0.529	-0.237
valeurLog	0.045	0.013	-0.025	-0.267	-0.055	0.556	0.003	0.014	-0.055	-0.001	-0.049	-0.075	-0.047
loyer	-0.129	-0.183	0.265	-0.247	-0.113	-0.069	-0.222	-0.242	0.146	-0.216	-0.472	0.253	-0.206
dep_prop	0.084	0.068	-0.170	-0.114	-0.060	0.459	0.247	0.272	-0.188	0.131	0.062	-0.025	0.166
maison_ind	0.172	0.266	-0.545	0.608	0.100	0.289	0.319	0.392	-0.368	0.317	0.613	-0.474	0.255
app4	-0.130	-0.203	0.393	-0.436	-0.080	-0.356	-0.086	-0.176	0.336	-0.148	-0.428	0.569	-0.053
app5	-0.028	-0.041	0.026	-0.015	0.008	-0.088	-0.018	-0.027	0.029	-0.096	-0.093	0.103	-0.026

	%45-54	%55-64	%65+	nb_piece	nb_ch	p_prop	p_loue	valeurLog	loyer	ep_prop	aison_in	app4	app5
%45-54	1.000												
%55-64	0.284	1.000											
%65+	-0.376	0.250	1.000										
nb_piece	0.429	0.115	-0.330	1.000									
nb_ch	0.416	0.127	-0.344	0.949	1.000								
p_prop	0.471	0.216	-0.258	0.871	0.840	1.000							
p_loue	-0.471	-0.216	0.258	-0.871	-0.840	-1.000	1.000						
valeurLog	-0.048	0.046	0.091	0.181	0.116	0.037	-0.037	1.000					
loyer	-0.329	-0.037	0.282	-0.544	-0.523	-0.504	0.504	0.130	1.000				
dep_prop	0.030	-0.099	-0.088	0.261	0.197	0.196	-0.196	0.702	0.037	1.000			
maison_ind	0.389	0.108	-0.276	0.843	0.802	0.838	-0.838	-0.085	-0.575	0.059	1.000		
app4	-0.258	-0.176	-0.023	-0.685	-0.640	-0.752	0.752	-0.032	0.373	-0.104	-0.744	1.000	
app5	-0.009	-0.032	0.021	-0.115	-0.126	-0.110	0.110	-0.021	0.071	-0.021	-0.105	0.088	1.000

*La taille est 1, 2, 3 ou 4, 4 représentant les tailles de 4 et plus.

Répartition des ménages par taille

	men1p	men2p	men3p	men4p	DistCV	DensiteLog	DensitePop	nb_piece	nb_ch	p_prop	p_loue	valeurLog	loyer	dep_prop	mais_ind
men1p	1.000														
men2p	-0.124	1.000													
men3p	-0.784	-0.107	1.000												
men4p	-0.870	-0.310	0.623	1.000											
DistCV	-0.330	0.280	0.194	0.194	1.000										
DensiteLog	0.508	-0.207	-0.341	-0.395	-0.441	1.000									
DensitePop	0.429	-0.243	-0.254	-0.313	-0.481	0.970	1.000								
nb_piece	-0.833	0.085	0.552	0.778	0.333	-0.541	-0.529	1.000							
nb_ch	-0.880	0.101	0.620	0.801	0.356	-0.578	-0.544	0.943	1.000						
p_prop	-0.787	0.180	0.521	0.684	0.451	-0.584	-0.596	0.879	0.847	1.000					
p_loue	0.787	-0.180	-0.521	-0.684	-0.451	0.584	0.595	-0.880	-0.847	-1.000	1.000				
valeurLog	-0.048	-0.107	-0.060	0.141	-0.268	-0.051	-0.040	0.236	0.176	0.070	-0.070	1.000			
loyer	0.603	-0.037	-0.423	-0.567	-0.300	0.355	0.348	-0.645	-0.618	-0.684	0.684	0.085	1.000		
dep_prop	-0.143	-0.106	0.052	0.214	-0.119	-0.184	-0.187	0.286	0.233	0.215	-0.215	0.688	-0.021	1.000	
mais_ind	-0.741	0.173	0.484	0.646	-0.575	-0.532	-0.557	0.825	0.777	0.854	-0.854	-0.059	-0.690	0.064	1.000
app5	0.419	-0.157	-0.363	-0.296	-0.206	0.411	0.353	-0.345	-0.395	-0.283	0.283	0.025	0.280	-0.077	-0.266
app4	0.624	-0.092	-0.410	-0.569	-0.431	0.407	0.441	-0.724	-0.680	-0.798	0.798	-0.031	0.545	-0.105	-0.771
sansRev	-0.157	-0.158	0.150	0.217	0.022	0.029	0.082	0.045	0.084	0.026	-0.026	-0.052	-0.073	-0.064	0.056
RevMoy	-0.304	0.010	0.099	0.338	0.003	-0.225	-0.247	0.562	0.450	0.441	-0.441	0.567	-0.201	0.445	0.326
TauxAct	-0.375	-0.039	0.368	0.337	0.091	-0.174	-0.170	0.330	0.296	0.325	-0.325	-0.011	-0.226	0.230	0.266
TauxEmpl	-0.423	0.010	0.383	0.367	0.150	-0.250	-0.256	0.419	0.381	0.425	-0.425	0.007	-0.269	0.254	0.348
TauxCho	0.291	-0.166	-0.174	-0.211	-0.221	0.321	0.358	-0.414	-0.386	-0.450	0.450	-0.059	0.222	-0.173	-0.367
p09	-0.469	-0.306	0.479	0.547	0.096	-0.141	-0.042	0.249	0.295	0.170	-0.170	-0.001	-0.175	0.093	0.196
p1019	-0.740	-0.175	0.596	0.774	0.318	-0.408	-0.342	0.634	0.687	0.569	-0.569	-0.027	-0.485	0.090	0.574
p2034	0.470	-0.104	-0.254	-0.437	-0.372	0.491	0.476	-0.561	-0.572	-0.594	0.594	-0.086	0.382	-0.067	-0.539
p3444	-0.257	-0.241	0.315	0.314	0.080	-0.035	-0.008	0.124	0.086	0.149	-0.149	-0.094	-0.154	0.100	0.168
p4554	-0.373	0.141	0.261	0.291	0.253	-0.335	-0.346	0.454	0.428	0.495	-0.495	-0.021	-0.367	0.062	0.431
p5464	-0.056	0.458	-0.090	-0.123	0.189	-0.213	-0.254	0.203	0.211	0.262	-0.262	0.068	-0.129	-0.066	0.199
p65+	0.426	0.144	-0.464	-0.415	-0.087	0.071	0.022	-0.245	-0.259	-0.204	0.204	0.106	0.243	-0.060	-0.220

	app5	app4	sansRev	RevMoy	TauxAct	TauxEmpl	TauxCho	p09	p1019	p2034	p3444	p4554	p5464	p65+
app5	1.000													
app4	-0.111	1.000												
sansRev	-0.006	-0.054	1.000											
RevMoy	0.010	-0.362	-0.032	1.000										
TauxAct	-0.340	-0.130	-0.115	0.215	1.000									
TauxEmpl	-0.341	-0.222	-0.136	0.289	0.954	1.000								
TauxCho	0.146	0.342	0.117	-0.318	-0.258	-0.521	1.000							
p09	-0.238	-0.104	0.157	0.072	0.318	0.279	0.028	1.000						
p1019	-0.343	-0.462	0.250	0.227	0.331	0.361	-0.199	0.422	1.000					
p2034	0.070	0.591	-0.067	-0.313	0.203	0.094	0.263	-0.063	-0.447	1.000				
p3444	-0.219	-0.065	0.055	0.022	0.493	0.451	-0.037	0.517	0.303	0.071	1.000			
p4554	-0.299	-0.359	0.010	0.228	0.284	0.336	-0.283	-0.152	0.382	-0.382	-0.015	1.000		
p5464	0.008	-0.234	-0.101	0.149	-0.247	-0.184	-0.123	-0.441	-0.153	-0.398	-0.494	0.251	1.000	
p65+	0.413	0.026	-0.112	-0.033	-0.681	-0.615	0.040	-0.520	-0.486	-0.334	-0.604	-0.302	0.267	1.000

Génération de déplacements en transport collectif

Approche #1

	depl_tc	men	densitePop	densiteLog	distcv	metro500m	metro1km	nb_ch	nb_piece	p_prop	valeurLog	loyer
depl_tc	1.000											
men	0.474	1.000										
densitePop	0.401	0.035	1.000									
densiteLog	0.400	0.088	0.968	1.000								
distcv	-0.501	-0.038	-0.537	-0.512	1.000							
metro500m	0.338	0.106	0.355	0.366	-0.287	1.000						
metro1km	0.432	0.122	0.485	0.501	-0.427	0.659	1.000					
nb_ch	-0.384	-0.234	-0.553	-0.620	0.348	-0.339	-0.457	1.000				
nb_piece	-0.352	-0.196	-0.542	-0.583	0.321	-0.290	-0.389	0.944	1.000			
p_prop	-0.390	-0.114	-0.621	-0.637	0.437	-0.305	-0.438	0.843	0.871	1.000		
valeurLog	0.176	-0.009	0.199	0.176	-0.356	0.117	0.201	0.078	0.138	-0.093	1.000	
loyer	0.244	0.230	0.299	0.323	-0.235	0.173	0.268	-0.565	-0.598	-0.605	0.111	1.000
mais_ind	-0.452	-0.160	-0.614	-0.613	0.557	-0.305	-0.448	0.787	0.830	0.854	-0.149	-0.625
app5	0.198	0.259	0.271	0.338	-0.194	0.129	0.171	-0.354	-0.311	-0.234	0.136	0.247
app4	0.354	0.088	0.536	0.532	-0.431	0.293	0.405	-0.712	-0.743	-0.816	0.071	0.496
minddomi	-0.414	-0.124	-0.563	-0.560	0.528	-0.274	-0.401	0.721	0.758	0.799	-0.144	-0.520
app4domi	0.315	0.067	0.449	0.452	-0.384	0.266	0.352	-0.646	-0.669	-0.736	0.051	0.393
app5domi	0.151	0.218	0.200	0.252	-0.150	0.080	0.127	-0.275	-0.241	-0.169	0.112	0.211
tauxempl	-0.140	-0.021	-0.236	-0.228	0.166	-0.064	-0.087	0.346	0.404	0.409	-0.049	-0.235
tauxcho	0.218	0.005	0.362	0.331	-0.219	0.152	0.196	-0.351	-0.389	-0.425	0.031	0.194
revmoy	-0.081	0.010	-0.216	-0.208	-0.018	-0.057	-0.043	0.429	0.529	0.396	0.585	-0.158
p09	-0.107	-0.022	-0.089	-0.186	0.160	-0.147	-0.175	0.349	0.309	0.230	0.044	-0.175
p1019	-0.318	-0.234	-0.391	-0.471	0.350	-0.282	-0.381	0.710	0.663	0.606	-0.076	-0.465
p2034	0.342	0.114	0.539	0.579	-0.362	0.396	0.504	-0.579	-0.563	-0.595	0.024	0.348
p3544	-0.010	0.040	-0.017	-0.031	0.103	0.005	-0.015	0.104	0.150	0.171	-0.063	-0.145
p4554	-0.171	-0.135	-0.340	-0.336	0.215	-0.134	-0.195	0.370	0.404	0.455	-0.129	-0.347
p5564	-0.139	-0.077	-0.251	-0.222	0.100	-0.121	-0.180	0.161	0.152	0.214	-0.006	-0.082
p65	0.054	0.105	0.039	0.077	-0.113	-0.023	0.007	-0.282	-0.285	-0.253	0.082	0.253

	mais_ind	app5	app4	minddomi	app4domi	app5domi	tauxempl	tauxcho	revmoy	p09	p1019	p2034	p3544	p4554	p5564	p65
mais_ind	1.000															
app5	-0.249	1.000														
app4	-0.780	-0.073	1.000													
minddomi	0.913	-0.231	-0.736	1.000												
app4domi	-0.704	-0.082	0.890	-0.770	1.000											
app5domi	-0.193	0.894	-0.107	-0.188	-0.163	1.000										
tauxempl	0.348	-0.310	-0.235	0.330	-0.214	-0.263	1.000									
tauxcho	-0.358	0.102	0.342	-0.337	0.307	0.059	-0.501	1.000								
revmoy	0.293	0.055	-0.339	0.272	-0.297	0.069	0.263	-0.283	1.000							
p09	0.255	-0.252	-0.162	0.241	-0.152	-0.214	0.304	-0.017	0.113	1.000						
p1019	0.608	-0.332	-0.527	0.556	-0.470	-0.264	0.367	-0.211	0.230	0.414	1.000					
p2034	-0.549	0.020	0.625	-0.490	0.538	-0.043	0.114	0.236	-0.297	-0.078	-0.472	1.000				
p3544	0.187	-0.212	-0.091	0.184	-0.094	-0.190	0.474	-0.058	0.052	0.521	0.300	0.079	1.000			
p4554	0.396	-0.264	-0.352	0.352	-0.285	-0.205	0.336	-0.235	0.192	-0.141	0.389	-0.324	-0.005	1.000		
p5564	0.143	0.032	-0.194	0.126	-0.167	0.045	-0.218	-0.090	0.112	-0.441	-0.164	-0.365	-0.501	0.184	1.000	
p65	-0.254	0.435	0.076	-0.244	0.078	0.399	-0.641	0.076	-0.063	-0.513	-0.491	-0.306	-0.618	-0.357	0.258	1.000

Approche #2

	deplTC1p	deplTC2p	deplTC3p	deplTC4p	men1p	men2p	men3p	men4p	densitePop	densitLog	distcv	metro500m	metro1km	nb_ch	nb_piece	p_prop	valeurLog
deplTC1p	1.000																
deplTC2p	0.430	1.000															
deplTC3p	0.247	0.316	1.000														
deplTC4p	0.106	0.191	0.186	1.000													
men1p	0.609	0.378	0.206	0.077	1.000												
men2p	0.152	0.420	0.150	0.077	0.402	1.000											
men3p	0.032	0.075	0.441	0.112	0.131	0.341	1.000										
men4p	-0.084	-0.031	0.032	0.441	-0.031	0.229	0.379	1.000									
densitePop	0.389	0.357	0.252	0.126	0.247	-0.040	-0.066	-0.182	1.000								
densitLog	0.435	0.378	0.241	0.087	0.330	0.004	-0.067	-0.203	0.968	1.000							
distcv	-0.357	-0.405	-0.311	-0.268	-0.196	0.030	0.059	0.111	-0.537	-0.512	1.000						
metro500m	0.333	0.330	0.208	0.086	0.225	0.056	-0.002	-0.097	0.355	0.366	-0.287	1.000					
metro1km	0.407	0.424	0.233	0.139	0.280	0.057	-0.033	-0.113	0.485	0.501	-0.427	0.659	1.000				
nb_ch	-0.457	-0.416	-0.223	-0.027	-0.524	-0.150	0.027	0.270	-0.553	-0.620	0.348	-0.339	-0.457	1.000			
nb_piece	-0.409	-0.371	-0.207	-0.036	-0.484	-0.125	0.038	0.281	-0.542	-0.583	0.321	-0.290	-0.389	0.944	1.000		
p_prop	-0.426	-0.394	-0.220	-0.076	-0.420	-0.033	0.093	0.278	-0.621	-0.637	0.437	-0.305	-0.438	0.843	0.871	1.000	
valeurLog	0.127	0.101	0.099	0.130	0.019	-0.044	-0.037	0.023	0.199	0.176	-0.356	0.117	0.201	0.078	0.138	-0.093	1.000
loyer	0.240	0.235	0.151	0.064	0.360	0.169	0.031	-0.095	0.299	0.323	-0.235	0.173	0.268	-0.565	-0.598	-0.605	0.111
mais_ind	-0.415	-0.415	-0.283	-0.147	-0.424	-0.085	0.047	0.244	-0.614	-0.613	0.557	-0.305	-0.448	0.787	0.830	0.854	-0.149
app5	0.270	0.200	0.101	0.013	0.430	0.142	0.018	-0.079	0.271	0.338	-0.194	0.129	0.171	-0.354	-0.311	-0.234	0.136
app4	0.353	0.359	0.201	0.086	0.319	0.046	-0.071	-0.231	0.536	0.532	-0.431	0.293	0.405	-0.712	-0.743	-0.816	0.071
minddomi	-0.379	-0.384	-0.267	-0.129	-0.386	-0.056	0.067	0.240	-0.563	-0.560	0.528	-0.274	-0.401	0.721	0.758	0.799	-0.144
app4domi	0.315	0.316	0.194	0.070	0.282	0.024	-0.064	-0.215	0.449	0.452	-0.384	0.266	0.352	-0.646	-0.669	-0.736	0.051
app5domi	0.215	0.160	0.058	0.009	0.368	0.124	-0.005	-0.066	0.200	0.252	-0.150	0.080	0.127	-0.275	-0.241	-0.169	0.112
tauxempl	-0.162	-0.082	-0.077	-0.065	-0.276	0.024	0.128	0.237	-0.236	-0.228	0.166	-0.064	-0.087	0.346	0.404	0.409	-0.049
tauxcho	0.200	0.145	0.128	0.117	0.127	-0.052	-0.024	-0.104	0.362	0.331	-0.219	0.152	0.196	-0.351	-0.389	-0.425	0.031
revmoy	-0.108	-0.098	-0.053	0.012	-0.107	0.012	0.038	0.149	-0.216	-0.208	-0.018	-0.057	-0.043	0.429	0.529	0.396	0.585
p09	-0.195	-0.157	-0.061	0.063	-0.309	-0.081	0.180	0.363	-0.089	-0.186	0.160	-0.147	-0.175	0.349	0.309	0.230	0.044
p1019	-0.382	-0.368	-0.177	-0.008	-0.480	-0.206	0.042	0.252	-0.391	-0.471	0.350	-0.282	-0.381	0.710	0.663	0.606	-0.076
p2034	0.369	0.396	0.181	0.040	0.227	0.074	0.028	-0.119	0.539	0.579	-0.362	0.396	0.504	-0.579	-0.563	-0.595	0.024
p3544	-0.047	-0.016	0.005	0.018	-0.181	-0.010	0.177	0.271	-0.017	-0.031	0.103	0.005	-0.015	0.104	0.150	0.171	-0.063
p4554	-0.197	-0.152	-0.072	-0.058	-0.238	-0.041	-0.003	0.021	-0.340	-0.336	0.215	-0.134	-0.195	0.370	0.404	0.455	-0.129
p5564	-0.104	-0.118	-0.074	-0.075	-0.011	0.052	-0.125	-0.169	-0.251	-0.222	0.100	-0.121	-0.180	0.161	0.152	0.214	-0.006
p65	0.110	0.039	0.023	-0.006	0.356	0.073	-0.134	-0.221	0.039	0.077	-0.113	-0.023	0.007	-0.282	-0.285	-0.253	0.082

	loyer	mais_ind	app5	app4	minddomi	app4domi	app5domi	tauxempl	tauxcho	revmoy	p09	p1019	p2034	p3544	p4554	p5564	p65
loyer	1.000																
mais_ind	-0.625	1.000															
app5	0.247	-0.249	1.000														
app4	0.496	-0.780	-0.073	1.000													
minddomi	-0.520	0.913	-0.231	-0.736	1.000												
app4domi	0.393	-0.704	-0.082	0.890	-0.770	1.000											
app5domi	0.211	-0.193	0.894	-0.107	-0.188	-0.163	1.000										
tauxempl	-0.235	0.348	-0.310	-0.235	0.330	-0.214	-0.263	1.000									
tauxcho	0.194	-0.358	0.102	0.342	-0.337	0.307	0.059	-0.501	1.000								
revmoy	-0.158	0.293	0.055	-0.339	0.272	-0.297	0.069	0.263	-0.283	1.000							
p09	-0.175	0.255	-0.252	-0.162	0.241	-0.152	-0.214	0.304	-0.017	0.113	1.000						
p1019	-0.465	0.608	-0.332	-0.527	0.556	-0.470	-0.264	0.367	-0.211	0.230	0.414	1.000					
p2034	0.348	-0.549	0.020	0.625	-0.490	0.538	-0.043	0.114	0.236	-0.297	-0.078	-0.472	1.000				
p3544	-0.145	0.187	-0.212	-0.091	0.184	-0.094	-0.190	0.474	-0.058	0.052	0.521	0.300	0.079	1.000			
p4554	-0.347	0.396	-0.264	-0.352	0.352	-0.285	-0.205	0.336	-0.235	0.192	-0.141	0.389	-0.324	-0.005	1.000		
p5564	-0.082	0.143	0.032	-0.194	0.126	-0.167	0.045	-0.218	-0.090	0.112	-0.441	-0.164	-0.365	-0.501	0.184	1.000	
p65	0.253	-0.254	0.435	0.076	-0.244	0.078	0.399	-0.641	0.076	-0.063	-0.513	-0.491	-0.306	-0.618	-0.357	0.258	1.000

Approche #3

	depl_tc	Taille(4)*	densitePop	densiteLog	distCV	metro500m	metro1km	train500m	train1km	pass500m	pass1km	minddomi
depl_tc	1.000											
Taille(4)*	0.209	1.000										
densitePop	0.202	-0.147	1.000									
densiteLog	0.176	-0.178	0.971	1.000								
distCV	-0.270	0.122	-0.491	-0.464	1.000							
metro500m	0.162	-0.114	0.320	0.334	-0.315	1.000						
metro1km	0.203	-0.145	0.424	0.433	-0.454	0.671	1.000					
train500m	0.034	-0.001	0.015	0.009	-0.042	0.046	0.000	1.000				
train1km	0.047	0.001	0.095	0.081	-0.090	0.027	0.045	0.481	1.000			
pass500m	0.263	-0.192	0.588	0.589	-0.625	0.584	0.600	0.050	0.063	1.000		
pass1km	0.281	-0.197	0.619	0.612	-0.701	0.512	0.689	0.018	0.077	0.881	1.000	
minddomi	-0.214	0.247	-0.512	-0.498	0.574	-0.285	-0.417	-0.048	-0.063	-0.600	-0.654	1.000
app4domi	0.176	-0.180	0.347	0.321	-0.388	0.233	0.324	0.012	-0.009	0.428	0.478	-0.731
app5domi	0.013	-0.145	0.282	0.336	-0.201	0.122	0.147	0.048	0.103	0.234	0.224	-0.251
p09	-0.026	0.251	-0.116	-0.213	0.168	-0.195	-0.229	0.004	0.020	-0.280	-0.292	0.310
p1019	-0.101	0.293	-0.350	-0.426	0.351	-0.307	-0.383	-0.026	-0.022	-0.475	-0.504	0.565
p2034	0.172	-0.110	0.480	0.493	-0.365	0.400	0.491	0.013	0.026	0.494	0.527	-0.416
p3544	0.003	0.190	-0.067	-0.106	0.105	-0.040	-0.057	-0.007	-0.023	-0.162	-0.152	0.254
p4554	-0.072	0.112	-0.335	-0.335	0.240	-0.161	-0.197	-0.029	-0.069	-0.296	-0.300	0.351
p5564	-0.083	-0.074	-0.222	-0.184	0.151	-0.112	-0.149	-0.025	-0.041	-0.134	-0.141	0.082
p65	-0.023	-0.209	0.047	0.104	-0.107	0.009	0.017	0.020	0.028	0.137	0.129	-0.275

	app4domi	app5domi	p09	p1019	p2034	p3544	p4554	p5564	p65
app4domi	1.000								
app5domi	-0.250	1.000							
p09	-0.143	-0.307	1.000						
p1019	-0.376	-0.380	0.496	1.000					
p2034	0.486	-0.077	-0.020	-0.365	1.000				
p3544	-0.055	-0.342	0.612	0.374	0.159	1.000			
p4554	-0.201	-0.313	-0.089	0.397	-0.297	0.073	1.000		
p5564	-0.147	0.076	-0.475	-0.163	-0.395	-0.487	0.284	1.000	
p65	-0.013	0.523	-0.570	-0.527	-0.396	-0.696	-0.376	0.250	1.000

*La taille est 1, 2, 3 ou 4, 4 représentant les tailles de 4 et plus.